



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar  
elaborado a partir de residuos de poda 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Sacravilca Casanova, Amparo Marilyn

0000-0002-5679-014X

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline

0000-0002-9965-9678

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos sólidos

LIMA – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**


Dedico la presente investigación a Dios, por ser fuente de inspiración que brinda la fuerza para continuar en el proceso de alcanzar los anhelos más deseados. También agradezco a mis padres Jesús Sacravilca M. y Yuly Casanova S. quienes con su amor, paciencia y esfuerzo permitieron impulsarme hacia la culminación de mi trabajo de investigación, gracias por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía, para poder vencer las adversidades que se crucen en el camino. A mis hijos Rodolfo Acuña S. y Azumi Acuña S. por ser mi motor y motivo para lograr mis metas.

### **Agradecimientos**

A la Universidad Cesar Vallejo Sede San Juan de Lurigancho alma mater y acogerme para mi formación profesional.

Doy gracias a dios, a mi padre e hijos que me brindaron su apoyo incondicional en todo momento y a todos los ingenieros que forjaron mi formación profesional



Agradezco a: Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres por su constante orientación en el desarrollo y conocimientos adquiridos en la presente investigación.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
 cuyo título es: Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda, 2019

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13.....(número)  
TRECE.....(letras).

Lima, San Juan de Lurigancho 12 de Julio del 2019

 ..... Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales PRESIDENTE	 ..... Mg. Fernando Antonio Sernaqué Aucchuasi SECRETARIO
---	---

  
 .....  
 Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Amparo Marilyn Sacravilca Casanova con DNI N° 47087801, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Julio de 2019



---

Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
DNI: 47087801

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
PÁGINA DEL JURADO .....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	V
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	10
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	12
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	15
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	24
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	24
1.6 HIPÓTESIS .....	25
1.7 OBJETIVOS.....	25
II. MÉTODO.....	26
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
2.2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	32
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	33
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD ...	34
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	34
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	35
III. RESULTADOS .....	36
IV. DISCUSIÓN .....	49
V. CONCLUSIONES .....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	53
VII. REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	64

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue la evaluación la influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda, donde se evaluará la eficiencia del biochar para inmovilizar el Plomo, determinando que el biochar no se verá afectado inmovilizando el Pb a través de diferentes pH, siguiendo 3 fases que son la Fase Exploratoria, la Fase de análisis de tiempo optimo y la Fase de análisis de remoción, dando como resultado que se las mayores remociones de plomo fueron con  $\text{pH} = 3$  tiene la mayor cantidad de remoción, con un promedio de 73,77838, le sigue el  $\text{pH} = 4$ , con 69,55198, continua el  $\text{pH} = 5$ , con 69,73877, sigue el  $\text{pH} = 6$ , con 67,93143, y finalmente el  $\text{pH} = 8$ , con 66,01148, concluyendo que el pH tiene mucha influencia en el proceso de adsorción y desorción de metales pesados como el plomo, ya que el biochar tiende a basificar el medio inmovilizando el mencionado metal pesado, recomendando implementarlo en municipalidades, ya que se podría utilizar como una forma de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados a partir de la poda para la elaboración del biochar y posterior uso como inmovilizador de metales pesados.

**Palabras clave:** Biochar, immobilization, residuo orgánico

## **Abstract**

The objective of the present investigation was to evaluate the influence of pH during the adsorption and desorption of Pb using biochar prepared from pruning waste, where the efficiency of the biochar will be evaluated to immobilize the Lead, determining that the biochar will not be affected immobilizing the Pb through different pH, following 3 phases that are the Exploratory Phase, the Optimal Time Analysis Phase and the Removal Analysis Phase, resulting in the greatest lead removals were with pH = 3 has the greater amount of removal, with an average of 73,77838, followed by pH = 4, with 69,55198, continuous pH = 5, with 69,73877, followed by pH = 6, with 67,93,143, and finally the pH = 8, with 66.01148, concluding that the pH has a great influence on the process of adsorption and desorption of heavy metals such as lead, since the biochar tends to basify the medium immobilizing the aforementioned heavy metal, recommending to implement it in ammunition. palidades, since it could be used as a form of use of organic waste generated from pruning for the elaboration of biochar and later use as an immobilizer of heavy metals.

**Keywords:** Biochar, immobilization, organic waste



## **I. INTRODUCCIÓN**

La abundancia de los desechos de tipo orgánico constituye una problemática muy grande para las generaciones actuales. Ello debido a la nula o la inadecuada gestión de las municipalidades que por descuido viene impactando de forma clara en los ecosistemas, en la salud del hombre y a su vez fomenta el cambio climático. No obstante, en el momento que se realiza una buena gestión los residuos se convierten en recursos para la reducción de materias primas, para la preservación de los recursos naturales, para controlar el clima, y también para un futuro de desarrollo de forma sostenible (Martínez, 2014).

Con el fin de disminuir los efectos perjudiciales de la generación de residuos, para García (2011), se debe adoptar alternativas de gestión, especialmente las que buscan prevenir la abundancia de residuos. En su lugar se debe aspirar al reciclaje, la reutilización y otras valorizaciones (tal como la generación de energía) y la eliminación (es decir, incineración de los residuos y su vertido).

Por lo que Wang et al. (2010), plantea como opción a favor de la reutilización, la extracción de metales pesados, la adsorción, ya que esta se destaca por ser la más sencilla y eficaz: Aprovecha las propiedades del carbón activado como: porosidad altamente desarrollada, gran área superficial, baja densidad, alta resistencia química y relativamente alta resistencia mecánica.

Los carbones de bajo costo provenientes de origen vegetal son denominados “biocarbones”, ya que poseen una estructura porosa similar al carbón activado, pero requieren menor energía en su producción y provienen de desechos agrícolas (biomasa o materiales lignocelulíticos) como por ejemplo la maleza de poda, cáscaras de coco, de palma de aceite, nuez, avellanas, u otros. Las interacciones de los biocarbones con los metales pesados involucran posibles mecanismos de biosorción que incluyen atracción electrostática, intercambio de iones, adsorción física, formación de complejos superficiales y/o precipitación Tan, et al. (2015).

### **1.1 Realidad problemática**

En la actualidad no se cuenta con una adecuada y mejora continua a favor de un manejo adecuado de los residuos sólidos de origen municipal y privado. La aparición de una gran cantidad de residuos sólidos es una problemática de casi todas las ciudades en el Perú pues no son reaprovechados con eficiencia. En base a lo dicho por el Ministerio del Ambiente (2013), los residuos sólidos son principalmente de naturaleza orgánica; lo cual es factible para su minimización y aplicación de medidas de mitigación.

El ser humano ha fomentado la contaminación a causa de realizar diversas actividades, entre ellas las que favorecen al crecimiento urbano e industrial, por ello requiere de constante materias primas. Por otro lado, según Díaz (2017) el problema de la contaminación del recurso suelo y agua en la actualidad ocurre por las actividades propias de la minería e industria, puesto que en los procedimientos se generan residuos de tipo sólidos y líquidos, los cuales al ser vertidos y expuestos al medio ambiente se sitúan en la biodiversidad.

Por su parte, los mayores casos de contaminación de plomo ocurren de la actividad minera, por medio de los relaves mineros y también por aquellos procesos que involucran trasladar agua, aire, y suelo. Ello causa un especial impacto en las actividades agrícolas al impactar en los cultivos. Un ejemplo de ello, es lo indicado por Díaz (2017), quien indica que los procesos emprendidos por la Oroya impactaron en entre 2400 a 2800 km<sup>2</sup> de suelos. Los contaminantes al acumularse, tales como el arsénico y el plomo llegan a tener una cantidad entre 1000 y 2000 mg/kg.

El ser humano al exponerse a la contaminación por plomo le acarrea consecuencias nefastas para la salud, pues este tipo de contaminantes se suele impregnar y acumular en la sangre. Astete, et al. (2011) indica que el plomo al encontrarse en el suelo presenta un gran potencial de riesgo para la salud; pues hay una probabilidad, entre 24% a 96%, por lo que un infante presente altas cantidades de plomo de forma sanguínea, por encima de 10 µg/dL.

A partir de ello, en la presente investigación se pretende generar una alternativa para solucionar los problemas que causan la contaminación por plomo. De esta manera se considera adecuado el aprovechamiento de los residuos de poda generados en la Universidad Agraria con el propósito de utilizarlos como materia prima para la creación de biochar. A su vez, este biochar se utilizó para evaluar cómo es la influencia de pH durante la adsorción y desorción de plomo a nivel laboratorio.

## 1.2 Trabajos previos

Amjad, A., et al (2017) elaboraron el estudio “Uso de biochar de bambú con compost para la estabilización y reducción de la fitotoxicidad de metales pesados en suelos contaminados por minas de China”. Esta investigación tuvo como propósito la inmovilización de metales pesados y aminorar su cantidad de toxicidad en suelos impactados en la ciudad de Feng y Tongguan, a través de la utilización de bambú biochar (BB). Con el propósito de remover los metales pesados se empleó 2.5% de estiércol de cerdo más aserrín a manera de incentivo para el suelo, a su vez se empleó un nutritivo en cada una de las macetas. Luego se empleó 4 tratamientos constituidos por T1 (Control), T2 (1.0% BB), T3 (2.5% BB) y T4 (5.0% BB) con un kilogramo de suelo. Después se colocaron semillas de mostaza oriental y se efectuó tratamientos de forma triplicada. La utilización de biochar en base a bambú en el suelo impactado elevó el pH y la conductividad eléctrica que había en el suelo haciendo precipitar los metales no solubles. De esta manera se minimizó el impacto de los metales pesados, a excepción del plomo y el cobre. A su vez se aminoró la adsorción y la toxicidad de los metales en la raíz. Los resultados propiamente indicaron una elevación significativa en el pH, 7.72 a 7.96, en la conductividad eléctrica de 224 a 280.67 uS/cm del suelo en el tratamiento 5.

Li, H., et al. (2016) efectuaron el estudio “La enmienda biochar inmoviliza el plomo en los arrozales y reduce su fitodisponibilidad”. En esta investigación los autores se propusieron procesar enmiendas de biochar con el propósito de inmovilizar el plomo en los arrozales y minimizar su fitodisponibilidad. Para ello se realizaron experimentos en donde se emplearon macetas contaminadas con plomo a diferentes medidas. Esto dio como resultado un aminoramiento de la disponibilidad del plomo en el suelo y de hierro en la raíz del arroz. En las raíces de arroz se encontró plomo-pectina y plomo-cisteína en las muestras con biochar. Estos compuestos denegarían la translocación de plomo de la raíz a la brotación y en definitiva permitir un aminoramiento en el aumento de plomo en el arroz con biochar en suelos.

Sun-Kou M., et al. (2014) efectuaron su investigación sobre la adsorción de metales pesados utilizando carbones activados elaborados en base a semillas de aguaje, el cual tuvo como propósito determinar la eficacia de la adsorción de los iones  $Pb^{2+}$ ,  $Cr(Total)$ ,  $Cd^{2+}$  con distintos pH utilizando CA elaborados en base a semilla de aguaje. La investigación se llevó

a cabo mediante procesos como preparación, caracterización del carbón activado y procedimientos de adsorción. De esta manera se obtuvo como resultado que la adsorción es factible de aumentar con el aumento del pH, en este caso de 2 a 5. Por otro lado, se pudo determinar que en la preparación del carbón activado, la razón de impregnación y la temperatura de activación son los constituyentes que más influyen en las propiedades fisicoquímicas últimas del carbón activado.

Wang, Q., et al. (2018) quienes realizaron la investigación titulada “Adsorción y desorción de Pb (II) a biochar como afectado por oxidación y pH”, cuyos objetivos fueron (i) cuantificar en qué medida el biochar debería oxidarse para aumentar su retención de Pb (II) los métodos utilizados fueron la preparación del biochar, el experimento de adsorción, los experimentos de desorción, experimento de extracción de  $\text{NaOH}$  y el análisis de datos, la capacidad de adsorción máxima  $Q_0$  alcanzó  $43.3 \text{ g kg}^{-1}$  para la mayor oxidación después del ajuste del pH, en comparación con  $1.38 \text{ g kg}^{-1}$ . Para los biochars débilmente oxidados o no oxidados, mientras la adsorción de Pb (II) en los biochars depende en gran medida del pH. El resultado del pH puede explicarse por la carga superficial de los biochars. Con el aumento de la oxidación y la consiguiente disminución del pH, la capacidad de adsorción de Pb (II) se mantuvo casi sin cambios cuando el pH estaba por encima de 7, pero se observó un aumento de la adsorción de Pb (II) de  $2.92 \text{ g kg}^{-1}$  a  $10.69 \text{ g kg}^{-1}$  para los biochars a pH inferior a 6, concluyendo que la oxidación con oxidantes fuertes aumentó la afinidad de Pb (II) al biochar y disminuyó su desorción en el agua. La neutralización de la acidez resultante incrementó dramáticamente la retención de Pb (II). El proceso de adsorción de Pb (II) fue independiente del pH y no fue completamente reversible utilizando  $\text{NaOH}$  independientemente de la oxidación. Esto puede indicar que el biochar oxidado tiene el potencial para la inmovilización y pasivación de Pb (II) y abre la posible utilidad de la oxidación química de biochar para aplicaciones prácticas de contaminación de Pb (II). Otros estudios que incluyan su aplicación en suelos son necesarios para explorar la adsorción competitiva de metales pesados.

Al-Wabel, et al. (2014) efectuó su estudio “Conocarpus biochar como una enmienda del suelo para reducir la disponibilidad de metales pesados y la absorción por las plantas de maíz”. Esta investigación tuvo como propósito la evaluación de si resulta eficaz el biochar de Conocarpus para minimizar la disponibilidad de metales pesados (Fe, Mn, Zn, Cd, Cu y Pb), y la adsorción por el maíz. El biochar creados mediante residuos del árbol de Conocarpus

fue pasado por un proceso que consistía en la pirolisis a 400 °C, y se consiguió un pH de 9,85 y los contenidos de Carbono fue 76,18%, Hidrógeno 2,53%, Nitrógeno 0,42% y Oxígeno 18,67%. El suelo utilizado se empleó en muestras con tratamiento de 0.0, 1.0, 3.0 y 5.0% (p / p) de biochar, con 4 kilogramos de suelo, luego se sembraron semillas de maíz, las cuales fueron regadas con un 75% y 100% de agua. De esta manera como resultados se pudo comprobar que la utilización de biochar inmoviliza los metales pesados en el suelo, crea una mejor fitoestabilización, elevando el crecimiento de plantas. Para ello se empleó la prueba de ANOVA, Los resultados a partir de esta prueba demostraron que la adición de biochar tuvo un aumento significativo en cuanto a la eficacia y el plomo finalmente resultó por debajo de los valores mínimos.

Condeña, E. (2017) efectuó el estudio sobre “Recuperación de suelos impactados con plomo mediante la utilización de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH. Ramón Castilla – Callao, 2017”. La investigación tuvo como propósito medir la adsorción del suelo impactado con plomo a través del empleo de biocarbón. Para ello se utilizó bagazo de caña con el propósito de crear biocarbon a 350 °C. El diseño empleado fue el experimental, el cual estuvo constituido por 19 muestras, 5 muestras de suelo con plomo cada uno con 3%, 5% y 10% de biocarbon, 3 muestras de suelo con plomo más 50% de biocarbon y una muestra control con 2 repeticiones en 30 y 45 días, después se evaluó el pH y lignina del biocarbon, lo cual fue 8.7 y 21.96 para cada uno, las características fisicoquímicas del biocarbón como pH alcalino provocó que no se modifique el pH del suelo, así también la lignina con su composición lignocelulósico. Por consiguiente, el biocarbon consiguió minimizar de forma significativa el plomo del suelo en el parque chota del AA. HH Ramón Castilla de la Provincia Constitucional del Callao. Ello con una adsorción del 61.09% con el 10% de biocarbón y 61.7% de eficiencia con el 50% de biocarbon.

Torres L., Zamudio A. (2018) realizaron la investigación titulada “Evaluación de adsorción de Pb (II) en biocarbones procedentes de cuesco de la palma de aceite y su aplicación para remediación de aguas contaminadas” el estudio tuvo como objetivo evaluar qué tanto puede absorber al Plomo (II) dos clases de biocarbón producidos en base a palma de aceite y analizar qué tanto puede ser aplicados para el tratamiento de aguas contaminadas, utilizo como metodología los siguiente pasos: La obtención de biocarbones para la evaluación de adsorción de Pb (II), Caracterización de biocarbones por técnicas físicas y químicas, Determinación de condiciones óptimas de adsorción, Estudio de cinética y de isothermas de

adsorción de Pb (II) y la Evaluación de la eficacia de remoción de Pb (II) con el biocarbón de mejores características, en muestras de agua contaminadas. Obteniendo como resultado después del tratamiento de adsorción con el biocarbón los valores de CE y TDS en el agua del Rio Bogotá y de Vallado presentaron una disminución del 19.8 % y 14.1% respectivamente y debido a la fuerza iónica del Pb (II) dada su alta concentración; por lo que el pH del medio acuoso fue ajustado a pH 4 y tuvo como conclusión que el biocarbón B-350-Oxd. mostró una remoción media del 26.3 % de Pb (II), presente en una concentración de 11.80 mg de Pb (II) / L en las aguas contaminadas empleadas para esta evaluación y reafirmó que el cuesco de palma de aceite posee una alta capacidad para ser utilizado como predecesor para la preparación de biocarbones usados para el tratamiento de aguas que se encuentren contaminadas y mejorar su aptitud de uso. Por lo tanto, a este residuo agroindustrial se le puede dar un uso más eficiente que contribuya al medio ambiente.

Romero, J (2017) realizo la investigación “Eficiencia en la inmovilización de plomo en el suelo a través de la aplicación de cantidades de biocarbón en el distrito San Mateo, Lima”. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la eficiencia para inmovilizar el plomo en el suelo en base al empleo de biocarbón. El biocarbón se creó con estiércol de porcino a 500 °C durante 2 horas. El proceso llevado a cabo para los experimentos tuvo tratamientos con suelo y el 0%, 5%, 10% y 20% para la combinación respectivamente, cada maceta tuvo 2 kg, luego se efectuó la evaluación del suelo, agua intersticial, se plantaron lechuga americana a manera de indicador. De esta manera el biocarbón en base a estiércol de cerdo con temperatura de 500 °C durante 2 horas hace posible la obtención de enmienda orgánica con potencial para inmovilizar el plomo en el suelo y minimizar su presencia en el agua. La capacidad para inmovilizar el plomo fue de hasta 70,34% en el suelo, y en el agua intersticial de 81,89%, con biocarbón al 20%.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **Biochar**

El biochar está considerado un biocarbón, que se elabora a partir de diferentes residuos vegetal u otros. En base a lo dicho por The International Biochar Initiative (2018), indica que el carbón es de grano fino y muy poroso, lo cual favorece para el tratamiento de metales

entre otros. Empleándolo en el suelo o en el agua se convierte en una ayuda al suelo porque retiene el agua y nutrientes impidiendo el filtrado al sub suelo y llegar a aguas subterráneas; lo cual generaría posiblemente impacto a la napa freática. Ahmad, et al. (2013), expresa que el biochar es un material sólido y poroso, características que favorecen al carbonáceo generado por la conversión termoquímica en materiales orgánicos a una atmósfera de oxígeno reducido, lo cual contiene características fisicoquímicas apropiadas para la acumulación. Por su parte, Escalante, et al. (2016), indica que la descomposición para la materia orgánica en limitado oxígeno forma el proceso de pirolisis, mediante lo cual la biomasa sube de 300° C a 700° C.

El biochar puede ser generado y su eficiencia puede ser analizada por medio de diversos materiales residuales que contengan elementos lignocelulósicos lo cual favorece para diferentes procesos. En base a lo indicado por Montoya (2014), se determina como un elemento de origen orgánico producido por especímenes de origen vegetal o animal; como una combinación, compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina, compuestos orgánicos, agua y cenizas donde la celulosa es el compuesto fundamental (p. 23).

Montoya (2014), indica que en el proceso de pirolisis los compuestos de la masa orgánica comienzan a desvolatilizarse, iniciando con el contenido de agua, continuando con los lípidos, azúcares, y por último la lignina. Esta última tiene una desintegración pausada por su complicada ordenación molecular que presenta (p. 29). De esta manera el carbón vegetal se origina de la lignina no convertida.

Según Ladd, Gomez, Muñoz y De la rosa (2017), el carbón es tomado como un compuesto proveniente de la pirolisis, cuya característica es inmovilizar el carbono en el suelo, así también de atraer contaminación de origen metálico y orgánico (p. 39). Distintas investigaciones manifiestan que el biochar remueve los metales pesados, por lo que, aplicarlo es muy ventajoso para mitigar la contaminación de metales pesados.

### **Propiedades físico químicas**

Conforme a Escalante, et al. (2016), las propiedades fisicoquímicas se producen por medio de procesos de pirolización, al incrementar la temperatura sube la microporosidad del precursor. También obedece al origen y dimensión de la materia prima. (p. 371). La materia



orgánica al calentarse por medio del proceso descrito genera un compuesto carbonoso, por medio de la temperatura apropiada se crea mayor cantidad de poros en el carbón.

Para Escalante et al. (2016), los microporos se originan por el desarrollo de la alta incineración, al elevar la temperatura incrementa la microporosidad, por lo que la dimensión de los poros oscila de 2 a 20 nm, dividiéndose en nano ( $< 0,9$  nm), micro ( $< 2$  nm); y macro ( $< 50$ nm), los microporos se encuentran relacionados a la adsorción de elementos acuosos, sólidos y de gases (p. 373).

Para García, et al. (2014) es primordial analizar las cualidades del carbón, ya que permiten adquirir entendimiento del vínculo entre O/C, O/H Y H/C acerca del proceso de pirolización. La capacidad de la materia orgánica volátil por arriba del 80% es factible de originar un biocarbón sin el espacio adecuado para la retención del carbono (p. 67).

### **Proceso de Pirolisis**

El desarrollo necesita de un aumento de temperatura pausada de la materia lignocelulósica, esto con la intención de incrementar la parte solida del carbón. Para Menéndez (2012), el calentamiento de biomasa sin aire con temperaturas que incrementan hasta los 500 °C, a esta incineración se le denomina pirolisis para generar aceites y gases, además para tener como resultado un carbón (p. 47).

Para Guillermo y Fernando (2015), la técnica de incineración proporciona la alteración de la masa lignocelulósica en 3 compuestos: mezcla de gases, carbón vegetal y una combinación de complejos orgánicos de tipo volátil (COVs) (p. 163). Según los indicadores autores los procesos fundamentales son:

- Secado ( $T < 200$  °C), donde el agua se libera en forma de vapor y los compuestos ligeros de la biomasa. Disminuyendo la energía que se invierte en el período pre-seco.
- Deshidratado ( $T = 200$  a  $300$  °C), deshumedecimiento de los polisacáridos como la celulosa y la hemicelulosa, originan gases perennes como CO, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, etc.
- Pirolisis ( $T = 250$  a  $600$  °C), se descomponen por acción térmica los polímeros de la materia orgánica, es decir, celulosa, lignina y hemicelulosa, originando mezclas de tipo

orgánico y gases.

- Carbonizado ( $T = 400$  a  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), se producen materiales de considerable peso a nivel molecular, generando el carbono de origen vegetal.

### **Usos del biochar**

The International Biochar Initiative (2018) menciona que el biochar ayuda a mejorar la calidad del suelo, convirtiendo los residuos de origen agrícola en un potente nutriente con contenidos de carbono haciendo más fértil al suelo. De esa manera se puede incrementar la alimentación mundial, disminuir la pérdida de cobertura boscosa y asegurar la variedad de suelos para cultivación. A su vez se cuenta las siguientes bondades:

- Reduce la cantidad de lixiviados de nitrógeno hacia la napa freática.
- Posibilita la minimización de óxido nitroso.
- Incrementa el potencial de intercambio catiónico generando mejor fertilización para el suelo.
- Aplaca el contenido ácido del suelo.
- Incrementa el retenimiento de agua.
- Incrementa los microorganismos provechosos para el suelo.

La adhesión del carbón a la tierra cambia sus propiedades físicas. El aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo permite la adhesión de compuestos químicos. Para Lori y Stanley (2013), la agregación de biocarbón a la tierra contribuye a mitigar el calentamiento global por medio de la detención del carbono en la tierra debido a la porosidad y partículas que actúan con los elementos fisicobiológicos de la tierra (p. 5).

El carbón generado a partir de la incineración a elevadas temperaturas se presenta de forma granular de polvo con elevada capacidad de carbono, es producido de diferentes desechos orgánicos. Pero para Masaguer (2015), mientras pasaban los años se ejecutaron varias investigaciones cuyo propósito de usar el carbón en tierras agrícolas contribuyen en el aporte de nutrientes que aumenta sus cualidades como capturar carbono a favor de la mitigación del calentamiento global (p. 225).

### **Metales pesados**

Para Ruda, Mongiello y Acosta (2014), aquellos metales de naturaleza pesada provienen de las acciones antrópicas a nivel industrial y ganadera, pero algunos elementos solubles llegan a integrarse al reino vegetal y animal. Los elementos insolubles se conservan en la parte somera del suelo (p. 42). La aglomeración de metales pesados se muestra entre la fase sólida y líquida capaces de impactar en las plantas y posibles de lixiviarse y se manifiesten a manera de compuestos complejos y quelatos.

Para Acosta, Mongiello y Ruda (2014), el peligro de los metales pesados se vincula a sus características toxicas, eso aunado a la la disposición de las plantas de captar estos metales y aglomerarlos de forma constante, contaminaría alimentos de personas o animales y se volvería en una cuestión peligrosa para la salubridad (p. 45).

### **Plomo**

Doménech (2013), indica que la tierra ejerce fuerte retención del plomo, lo contiene de forma química. Por otro lado, a ph neutro el plomo se muestra como carbonato, hidróxido, fosfato o sulfuro. A ph básico resulta adecuado para la salud pues se eleva la aparición de complejos que se solubilizan con materia orgánica, tal como arcillas o el humus (p.138). El plomo se presenta en la tierra a manera de  $Pb^{2+}$ , no tiene alguna capacidad trascendente para las plantas, pero su adhesión frecuentemente reduce el elevado ph y por medio de temperaturas minimas.

### **Proceso de adsorción**

Según Obregón (2013), la adsorción está relacionado al traspaso de masa del adsorbato hacia el adsorbente, en lo se mantiene el elemento nocivo que se quiere quitar; el adsorbato se aproxima a la parte superficial del sólido, se transfiere por medio de la red porosa del sólido con el propósito aglutinar al adsorbente, en lo cual sucede la adsorción, (p. 10). Contra la problemática de contaminación al medio ambiente, aparece como alternativa la bioadsorción como un procedimiento adecuado, pues resulta de gasto económico bajo y a su vez minimiza la aparición de elementos nocivos.

En base a lo indicado por Tejada, Bonilla y Del pino (2017), la bioadsorción resulta ser un procedimiento que posibilita la adsorción de los iones metálicos, por las características que

las masas orgánicas tienen para recepcionar elementos nocivos (p. 31).

### **Proceso de Desorción**

Según Pérez, Gonzáles, Miñana, y Agustín. (1993) la desorción es el proceso de equilibrio que viene regido en último término por su isoterma y, como tal, dependerá de:

- La naturaleza del absorbato.
- La naturaleza del desorbente.
- Las Características superficiales (tamaños de poro) y químicos (naturaleza de los centros activos) del absorbente.

Además, Fomina y Gadd (2014) lo definen como el proceso más importante en la remoción de metales de naturaleza pesada, ya que es posible volver a utilizar la biomasa tal como biosorbente y recuperador del elemento nocivo. Hay materiales que disuelven y que son factibles de contribuir en la desorción como el mentaol, ácido nítrico, hidróxido de sodio, entre otros.

### **Inmovilización de metales pesados**

Después de analizar que la tierra tiene elementos nocivos es necesario poner en práctica procedimientos para remediarlo. A partir de ello se puede aminorar o desaparecer la presencia de metales de naturaleza pesada y de esta manera aminorar su biodisponibilidad en la tierra. Los metales de naturaleza pesada aparecen usualmente en el ambiente, impurificando el agua, aire, el suelo, y la salubridad del hombre. Por consiguiente, el metal nocivo tiene que ser eliminado, para ello se tienen distintos procesos para remediar el suelo, entre los cuales se menciona la adsorción. Conforme a Obaji, et al. (2017), los materiales utilizados a manera de enmiendas poseen diversas potencialidades para inmovilizar metales de naturaleza pesada en la tierra; es ideal analizar la eficacia de las enmiendas a emplear, con la finalidad de ayudar al encuentro de soluciones (p. 210).

En base a lo indicado por Quiñones, Tejada, Arcia y Ruiz (2013) nos indican el potencial de las biomásas para la remoción de plomo y níquel:

<b>Biomasa empleada</b>	<b>Metal removido</b>	<b>Poder de remoción (mg/g)</b>
Hojas de Moringa	Ni (II)	163,88
Cáscara de Naranja	Ni (II)	162,6
Corteza de Acacia	Ni (II)	294,1
Hojas de Bael	Pb (II)	104
Bagazo de Caña de Azúcar	Pb (II)	333
Tallos de Maíz	Pb (II)	80

**Fuente:** Quiñones, Tejada, Arcia y Ruiz (2013)

### **Parámetros fisicoquímicos**

#### **pH**

Garrido (2012), indica que el pH evalúa la basicidad y la acidez del suelo, es decir la cantidad de H<sup>+</sup> existentes. Los valores pueden ir de 0 a 14, el valor neutral es 7 y valores menores a 7 indican acidez. Las plantas usualmente se desenvuelven en un ambiente de pH neutro (p. 21). Conforme a lo indicado por Doménech y Peral (2013), un pH neutro ocurre a partir de la disolución del suelo entre cationes de naturaleza básica y ácida (p. 83).

#### **pH en la inmovilización de metales pesados**

El pH es tomado como un elemento significativo pues identifica la naturaleza del metal al estar en el suelo. Cuando existe un pH bajo los metales suelen elevar su nivel de solubilidad. Conforme lo indicado por Moreno y Giraldo (2010), la capacidad de adsorber de los iones metálicos a causa del carbón activado ocurre por la relación de los iones en solución y el carbón. De manera que la adsorción se asocia con la electrostática que se da en los iones y el carbón activado (p. 62).

#### **Isoterma de Langmuir**

La Isoterma de Langmuir, asocia la adsorción de partículas en un medio sólido con la concentración de un gas que tenga una cantidad de calor constante (Slejko 1985).

La fórmula de lo descrito viene a estar representada por

$$\frac{x}{m} = \frac{Q_{ob}Ce}{1 + bCe}$$

Expresada a manera lineal la ecuación de Langmuir es factible de ser considerada como:

$$\frac{Ce}{\frac{x}{m}} = \frac{1}{bQ_0} + \frac{Ce}{Q_0}$$

Donde:

$\frac{x}{m}$

$\frac{x}{m}$  = Concentración del soluto adsorbido por unidad en peso de adsorbente (mg/g)

$Q_0$  = Concentración de soluto adsorbido por unidad en peso de adsorbente requerido para la capacidad de monocapa en la superficie (mg/g)

$C_e$  = Concentración del soluto en equilibrio (mg/L)

$b$  = Es la constante de Langmuir, la cual se refiere a la energía de adsorción (L/mg)

### Isoterma de Freundlich

Resulta el modelo con mayor empleo en cuanto a representación de una isoterma no lineal. Asocia la cantidad de un soluto en el adsorbente, con una cantidad del soluto en un líquido. Resulta ser un modelo preciso para aquella situación en que hay sorción en superficies diversas.

La fórmula de Freundlich se basa por la ecuación general:

$$\frac{x}{m} = K_f C_e^{1/n}$$

En su forma lineal la fórmula de Freundlich es factible de indicarse como:

$$\log \frac{x}{m} = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$$

Donde:

$\frac{x}{m}$

$\frac{x}{m}$  = Concentración de soluto adsorbido por unidad en peso de adsorbente (mg/g)

$K_f$  = Constante de Freundlich (mg/g)(L/mg)<sup>1/n</sup>

$C_e$  = Es la concentración del soluto en equilibrio (mg/L)

$K_f$  y  $n$  = Son coeficientes obtenidos empíricamente y son constantes características

*del adsorbente y adsorbato.*

## **Marco legal**

### **La Ley General del Ambiente. Ley n.° 28611**

Según los lineamientos ambientales en el Perú, se establece los principios y normas básicos para poner en desarrollo el derecho a un medio ambiente saludable, ecuánime para el progreso de la vida y el deber de ayudar a un adecuado manejo y la defensa del medio ambiente y sus elementos, con el propósito de optimizar el desarrollo de los ciudadanos.

### **Artículo 31.- Estándar de Calidad Ambiental**

Instituye la cantidad o el nivel de sustancias o parámetros fisicoquímicos y biológicos que se encuentran en el medio aéreo, acuático, y terrestre, a manera de cuerpos receptores. No figura una alarma importante para la salubridad o para el cuidado del medio ambiente. Obedeciendo a la cantidad particular que se asocia con la concentración o resistencia, puede ser expresado como niveles y rangos.

### **Decreto supremo N° 296-2018- EF,**

Mediante este decreto se dieron por sentado procedimientos para el desempeño de metas y la asignación de los recursos del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del Año 2019, estableciéndose en su Anexo A de las metas correspondientes del plan que deben realizar las municipalidades al 16 de Diciembre del 2019, respectivamente, en las ciudades Principales Tipo “C”, entre las cuales se encuentran la Meta 3 – “Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales” Que, el citado instructivo señala en el primer párrafo de la Actividad 2 “Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales” lo siguiente: “Elaborar un plan anual de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales que identifique las fuentes de generación, priorizando los residuos provenientes de mercados de abastos, del mantenimiento y limpieza de áreas verdes y el área donde se implementara la tecnología para el tratamiento. Las municipalidades deberán adjuntar al expediente la postulación hasta el último día hábil del mes de diciembre 2019, el acatamiento de la Meta 3: Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales, elaborado por el Ministerio del Ambiente, señala que para cumplir esta actividad deberá realizar lo siguiente: 1) Desarrollar un piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, considerando como mínimo los residuos provenientes de

mercados de abasto y de limpieza de áreas verdes. 2) Implementar un área donde se hará uso de tecnología para el tratamiento de los residuos orgánicos.

#### **1.4 Formulación del problema**

Teniendo en cuenta la realidad problemática se formuló los problemas de investigación indicados a continuación.

##### **Problema general**

¿Cuál es la influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?

##### **Problemas específicos**

¿En qué medida las características fisicoquímicas influyen en la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?

¿En qué medida se movilizó el plomo utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?

#### **1.5 Justificación del estudio**

Con el presente estudio se espera aumentar el conocimiento sobre la influencia del pH durante la adsorción y desorción de plomo empleando biochar creado con residuos de poda. Por otro lado, los resultados podrán ser utilizados a manera de referencia para trabajos de investigación futuros sobre el tema. Por consiguiente, en virtud a los resultados obtenidos se desea conocer el potencial de adsorción y desorción de plomo, con el propósito de que en el futuro se puede utilizar como un material alternativo y así favorecer al medio ambiente.

##### **Justificación metodológica**

Los procesos empleados en el presente estudio serán factibles de ser utilizados para recolectar y medir datos en investigaciones parecidas a las del presente tema. Por otro lado, se podrá emplear algunas mejoras en caso se considere posible.

##### **Justificación tecnológica**

El biochar a partir de materia orgánica generada de residuos de poda constituye una



tecnología amigable con el medio ambiente, además permite recuperar suelos y agua impactada por metales de naturaleza pesada, por lo cual resulta adecuado para reducir residuos producidos por el hombre.

### **Justificación económica**

El presente estudio pretende que los resultados hallados puedan favorecer el empleo del biochar para solucionar problemas de contaminantes de naturaleza metal, y de esta manera reducir costos a quien los emplee.

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El pH influenciara la adsorción y desorción del Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.

### **Hipótesis específicas**

- La característica fisicoquímica influye significativamente en la adsorción y desorción de Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.
- La adsorción y desorción influyen en la movilización del Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.

### **Objetivos específicos**

- Determinar cómo influye las características físicoquímicas para la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.
- Determinar la adsorción y desorción influyen en la movilización del Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.

## II. MÉTODO

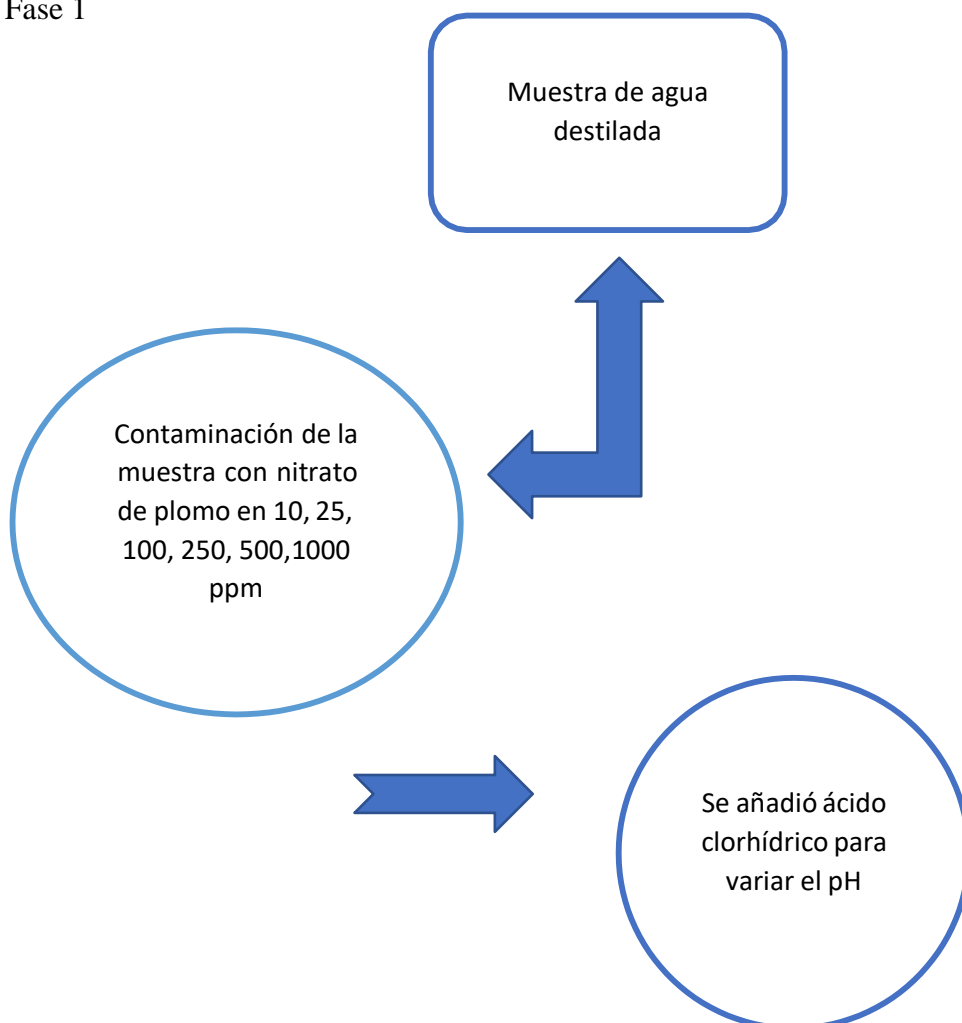
## 2.1 Diseño de la investigación

La presente investigación posee diseño experimental. Según Hernández, Fernández y Baptista, nos expresan que esta clase de diseño se caracterizan por que se manipula la variable independiente con el propósito de crear un efecto en la variable dependiente y de esta manera generar datos medibles (2014, p. 129). De esta manera en el presente estudio se midió la eficiencia del biochar en sus diferentes pH para inmovilizar el plomo, y a su vez analizar la desorción.

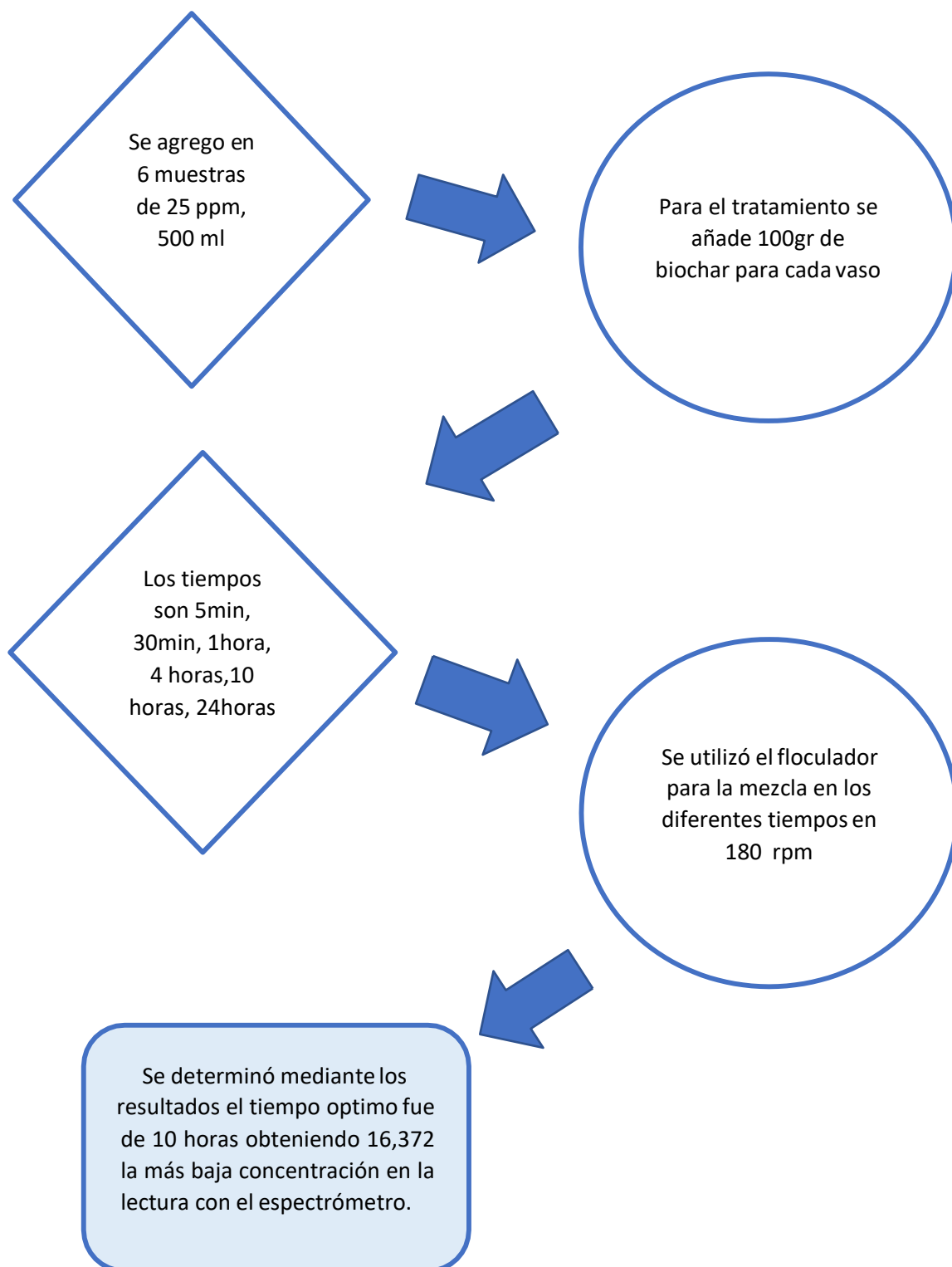
Dentro de los diseños experimentales, el que se utilizó en la presente investigación fue el cuasi experimental ello a partir de que la selección de la muestra no fue de forma aleatoria, además se analizó las diferencias significativas entre los tratamientos empleados para la adsorción y la desorción.

Por su parte, el presente estudio es de nivel explicativo porque según Hernández, Fernández y Baptista, posee como alcance dar a entender la causa y el efecto de las variables involucradas; es decir en qué condiciones suceden (2014, p. 95).

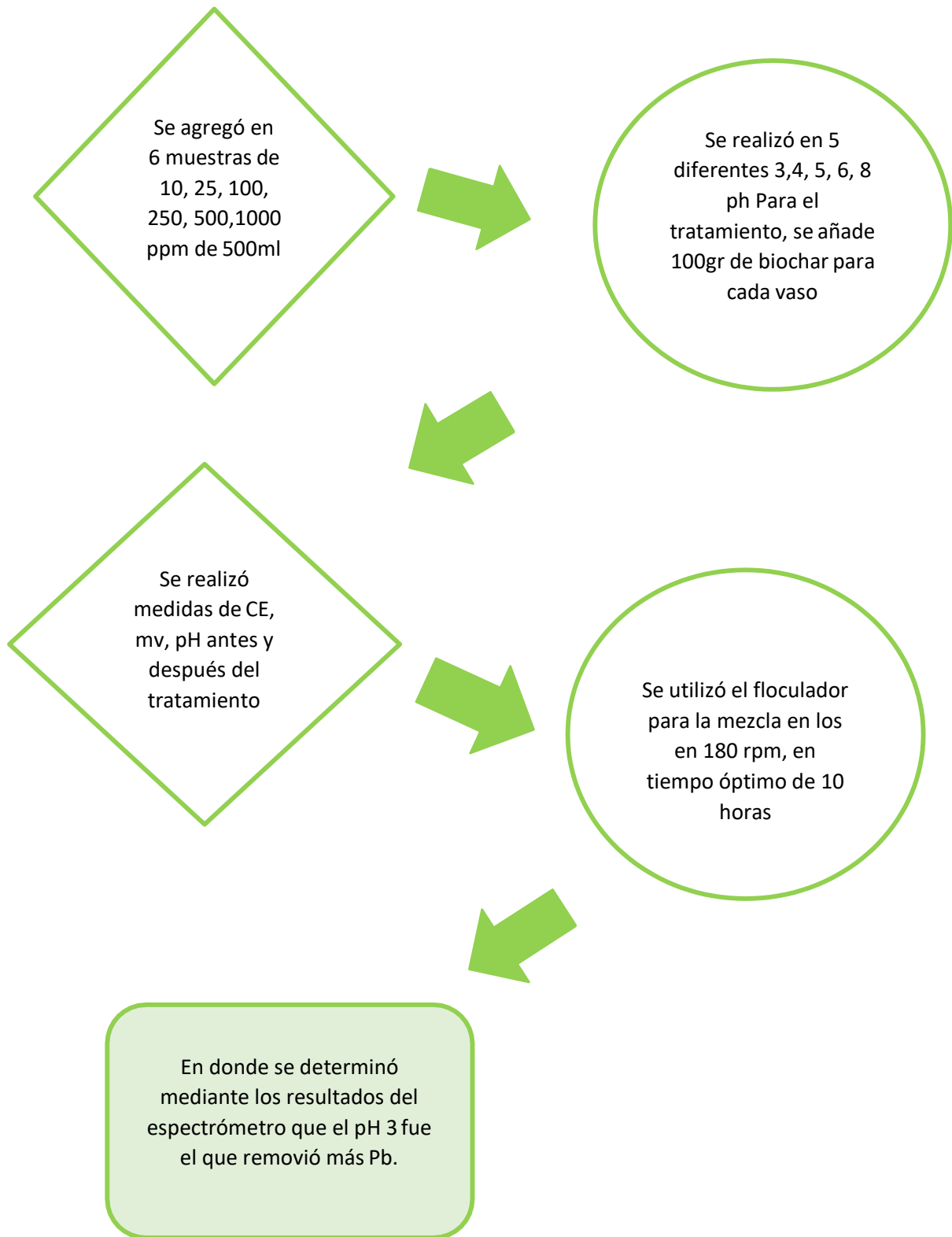
Fase 1



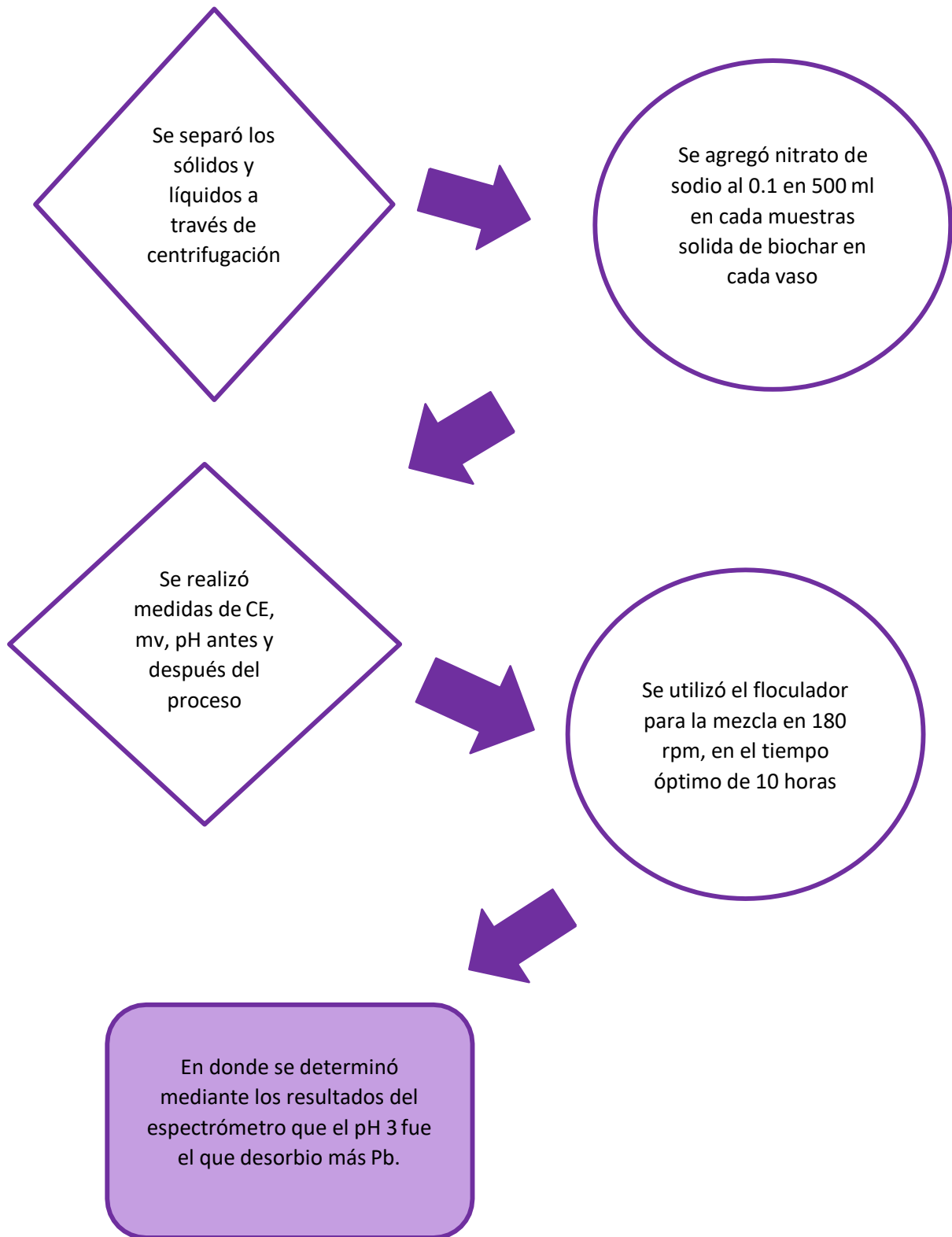
## Fase de análisis de tiempo optimo



## Fase de análisis de adsorción



## Fase de análisis de desorción



## **2.1 Variables, operacionalización**

**Variable independiente:** Influencia de pH

**Variable dependiente:** Adsorción y Desorción de Pb en biochar a partir de residuos de poda.

## 2.2 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 1

*Matriz de operacionalización de las variables de la investigación*

	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE Influencia del pH	Los metales al formar parte de una solución acuosa se presentan de manera de distintas formas químicas de acuerdo al pH de la solución. Por ello se da la intensa dependencia que hay entre el pH de la solución y la factibilidad de la extracción del metal, pues conforme a especie química los procedimientos de adsorción varían. (Escalante, et al., 2016, p. 371).	Se procedió a realizar las correspondientes reacciones para verificar el nivel del pH influye en el proceso de adsorción.	Coficiente de acides y basicidad de la reactividad de la solución	pH	01 al 14
			Periodo de reacción	Tiempo	seg.
VARIABLE DEPENDIENTE Adsorción y desorción de Pb en biochar	Los metales son elementos de carga positiva pues ceden esa carga hacia el adsorbente, el cual eleva sus características electropositivas para poder realizar la adsorción. Los metales suelen ser removidos al momento que aumenta el pH (de 3 a 5) y en el pH optimo ocurre la retención más elevada, en un momento determinado, lo cual es más fácil en soluciones de naturaleza ácida (Obaji, et al. 2017, p. 209).	El potencial del biochar para la adsorción y desorción de plomo se cuantificó mediante el modelo de langmuir - freundlich y el porcentaje removido del plomo.	Característica físico químicas (absorción y desorción)	Isotermas de langmuir y freundlich	mg/g
			Remoción de plomo	Plomo removido	%



## 2.3 Población y muestra

### Población

La población estuvo conformada por los residuos de poda generados mediante las actividades de mantenimiento de las áreas verdes de la Universidad Nacional Agraria la Molina, los cuales fueron empleados para el proceso de creación del biochar, estos residuos se recogieron de forma semanal y están conformados por grass cortado, hojarasca y poda de árbol escogido al azar.

### Mapa ubicación



**Figura 1:** Ubicación de la población UNALM

### Muestra

La muestra es de 8 kilos cantidad de biochar que fue utilizado para realizar las pruebas que se llevaron a cabo en la presente investigación, estas muestras fueron recogidas directamente del producto de la pirolisis de la maleza contenida en el reactor.



**Figura 2:** Reactor para la elaboración de biochar.( muestra )

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

La técnica empleada en el presente estudio fue la observación pues se puso en marcha el diseño experimental. Es decir, se pudo intervenir en las variables a propósito de la investigación, con lo cual se realizó evaluaciones a distintas concentraciones de plomo y pH.

Por otro lado, el instrumento para recolectar datos fue la ficha de observación (Anexo 2) ya que con ello se pudo llenar datos, registrarlos y evaluarlos y de esta manera por manipular las variables para realizar los tratamientos expresados. De esta manera, los cambios se expondrán por medio del potencial del biochar para la adsorción y desorción del plomo.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Con el propósito de evaluar los datos recolectados y medidos se utilizó el software Microsoft Excel y el paquete estadístico SPSS, versión 25.

- **Microsoft Excel:**

Los datos recolectados y medidos fueron colocados en las hojas de cálculo para de esta manera generar tablas y gráficos estadísticos los cuales permitan visualizar y observar las tendencias que toman los datos.

- **SPSS:**

En este software el cual es especial para procesar datos de forma estadística, se realizó análisis inferencial. Este proceso permitió analizar la normalidad, lo cual permite analizar si los datos tienen una distribución normal a un nivel de significancia de 0,05. A su vez se tuvo en cuenta que la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov se puede trabajar con mayor a 50 datos, y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se puede trabajar con menor de 50 datos. A partir de ello se pudo utilizar la prueba Análisis de la varianza, ANOVA, el cual permitió observar si existen diferencias significativas en los tratamientos utilizados.

## **2.6 Aspectos éticos**

El presente estudio cuenta con información original, la cual se obtuvo a lo largo de su realización. La finalidad fue poder contribuir o ampliar información sobre el tema, así mismo favorece a posibles estudios posteriores.

### **III. RESULTADOS**

## Isotermas

### Calculo de Isotermas de

#### Adsorción Ph 4

$q$  = capacidad de de captación de metal (mg de metal/g de bioabsorbente)

$V$  = volumen da solución contenido o metal (l) 0,5

$C_i$  = concentración inicial do metal (mg de metal /L de solvente)

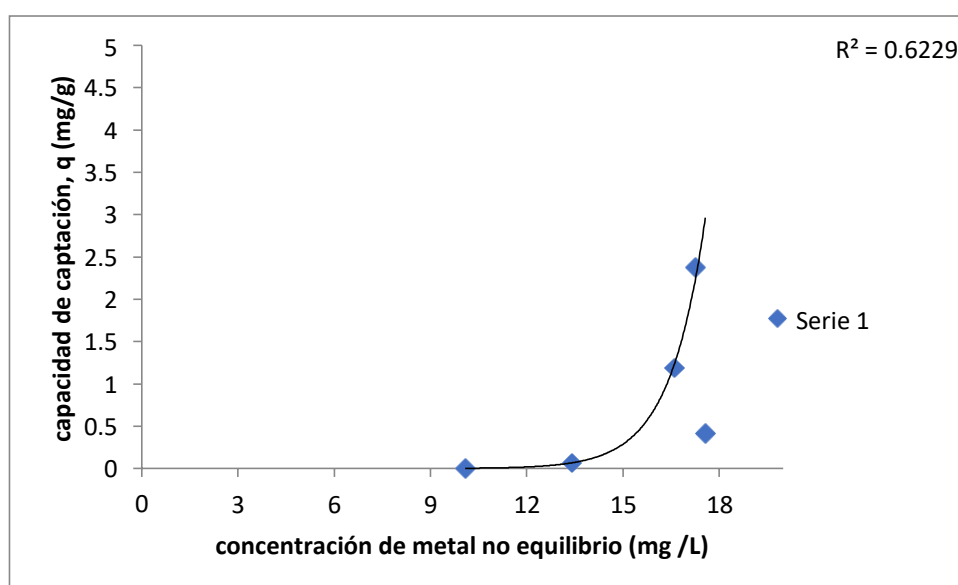
$C_{eq}$  = concentración do metal no equilibrio (mg de metal /L de solvente)

$M$  = masa do bioabsorbente, en ese volumen anterior (g) 100 g

$$q = \frac{V(C_i - C_{eq})}{M}$$

Concentración Inicial	concentración Final	q (mg/g)
	x	y
10,206	10,086	0,0006
26,209	13,406	0,064015
99,823	17,5675	0,4112775
254,358	16,6065	1,1887575
492,714	17,247	2,377335
1023,835	14,0465	5,0489425

**Figura 3: Isotermas de Adsorción**



## Isoterma de Langmuir

$$\frac{C_{eq}}{q} = \frac{1}{q_{\max} K_{ads}} + \frac{C_{eq}}{q_{\max}}$$

x	y
Ceq	Ceq/q
10,086	16810,000
13,406	209,420
17,5675	42,714
16,6065	13,970
17,247	7,255
14,0465	2,782

valores obtenidos da ecuación

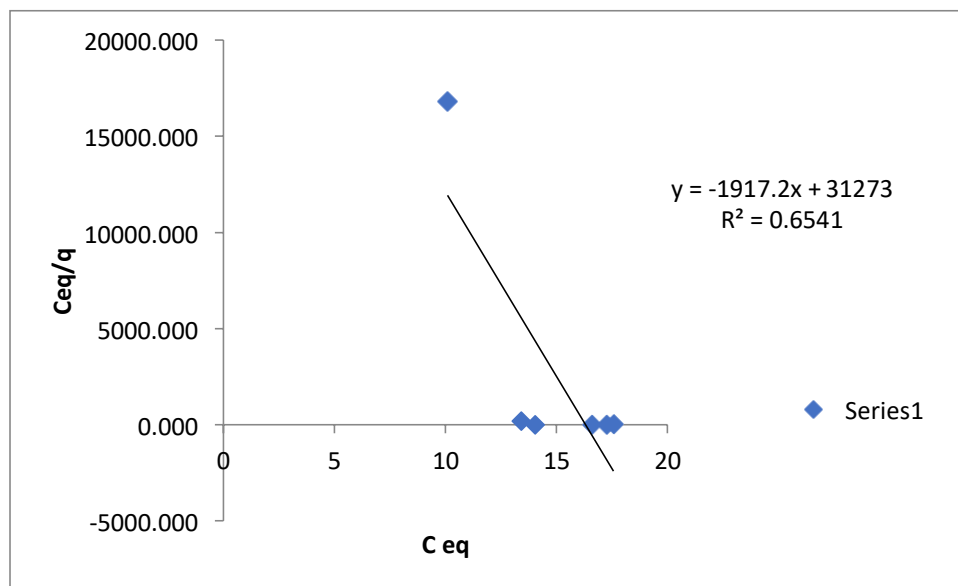
m = 2854,9

a = -50908

q Max = 0,000

K ads = -0,0561

**Figura 4: Isotermas de Langmuir**



## Isoterma de Freundlich

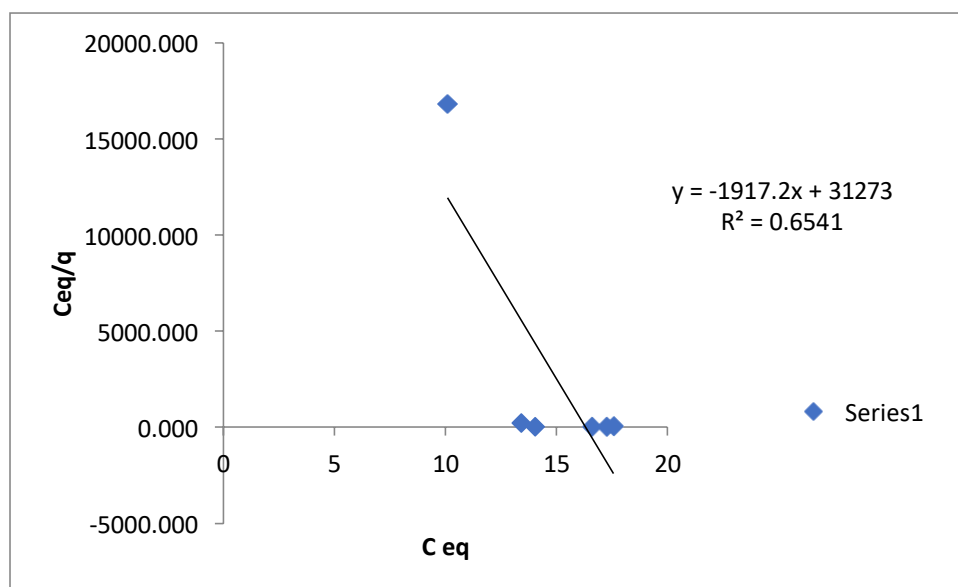
$$\log q = \log K_f + \frac{1}{n} \log C$$

x	y	valores obtidos da equação	
Ceq	Ceq/q	m =	2854,9
10,086	16810,000	a =	-50908
13,406	209,420		
17,5675	42,714		
16,6065	13,970		
17,247	7,255		
14,0465	2,782		

q max =	0,000
K ads =	-0,0561

**Figura 5: Isotermas de Freundlich**



### Calculo de Isotermas de Adsorção

$$q = \frac{V(C_i - C_{eq})}{M}$$

q = capacidade de captación de metal (mg de metal/g de biossorbente)

V = volumen da solución contenido o metal (l) 0,5

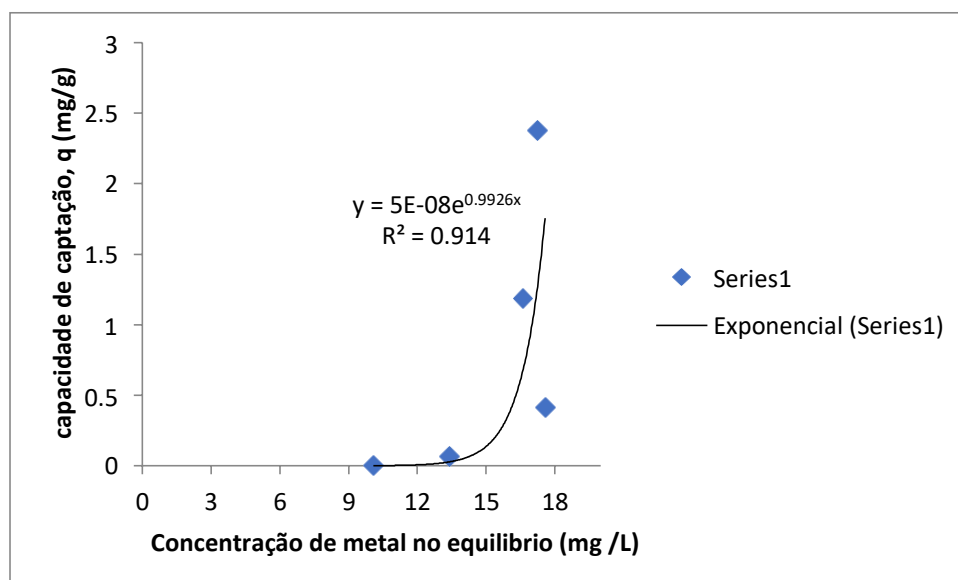
C<sub>i</sub> = concentración inicial do metal (mg de metal /L de solvente)

C<sub>eq</sub> = concentración do metal no equilibrio (mg de metal /L de solvente)

M = masa do bioaborbente, en ese volumen anterior (g) 100

concentració n Inicial	concentració n Final	q (mg/g)
	x	y
492,714	17,247	2,377335
254,358	16,6065	1,1887575
99,823	17,5675	0,4112775
26,209	13,406	0,064015
10,206	10,086	0,0006

**Figura 6: Isotermas de Adsorção**



### Isoterma de Langmuir

$$\frac{C_{eq}}{q} = \frac{1}{q_{\max} K_{ads}} + \frac{C_{eq}}{q_{\max}}$$

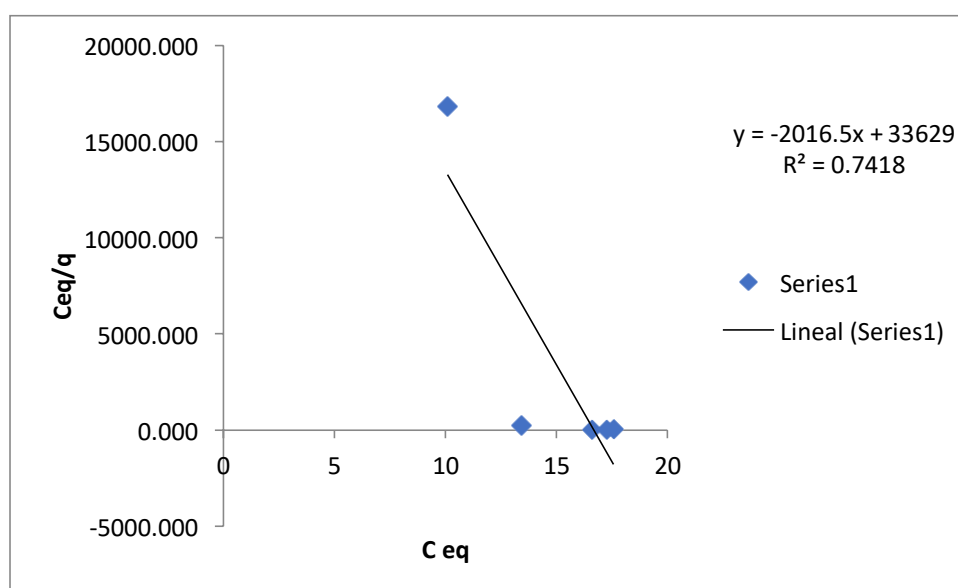


x	y	valores obtidos da equação	
Ceq	Ceq/q	m =	-174,73
17,247	7,255	a =	5028,8
16,6065	13,970		
17,5675	42,714		
13,406	209,420		
10,086	16810,000		

q max =	-0,006
K ads =	-0,0347

**Figura 7: Isotermas de Langmuir**



### Isoterma de Freundlich

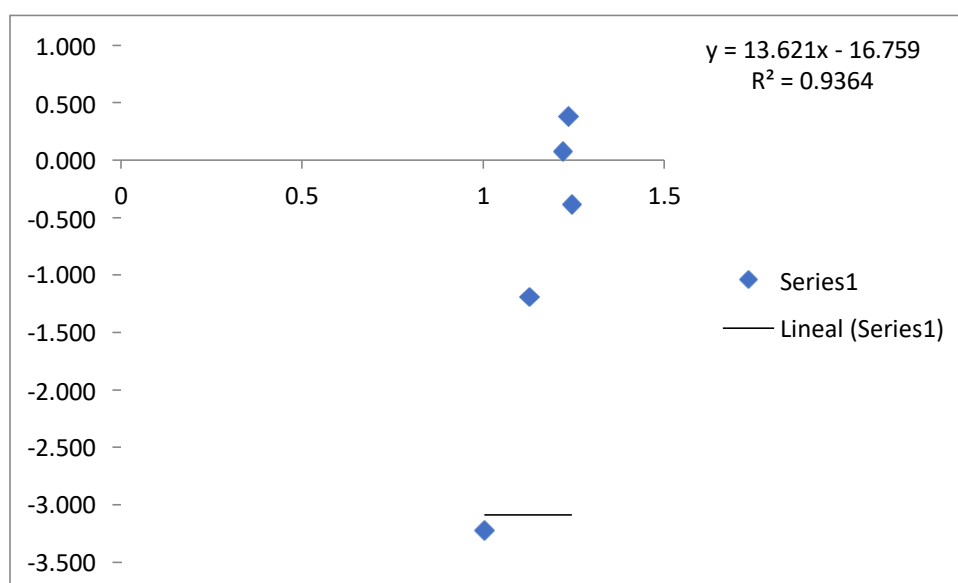
$$\log q = \log K_f + \frac{1}{n} \log C$$

x	y	valores obtidos da equação	
Log Ceq	Log q	m =	0,9773
1,236713563	0,376	a =	0,8602
1,22027811	0,075		
1,244709962	-0,386		
1,127299215	-1,194		
1,003718964	-3,222		

1/n =	1,023
K f =	7,2477

**Figura 8: Isotermas de Freundlich**



Con el propósito de evaluar la influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado en base a residuos de poda, en primer lugar se promedió los rendimientos de los porcentajes de remoción de plomo que le corresponde a cada Ph analizado, tomando en cuenta las 2 repeticiones empleadas.

Concentraciones Con Pb	pH	% de remoción 1	% de remoción 2	Promedio de % de remoción
10	ph 3	8.94	0	4.47
25	ph 3	51.496	63.816	57.656
100	ph 3	87.874	89.033	88.4535
250	ph 3	94.9152	95.742	95.3286
500	ph 3	97.8308	97.5908	97.7108
1000	ph 3	99.0434	99.0594	99.0514
10	Ph 4	0	0	0
25	Ph 4	46.376	46.376	46.376
100	Ph 4	80.192	84.673	82.4325
250	Ph 4	92.3332	94.3816	93.3574
500	Ph 4	96.5506	96.5506	96.5506
1000	Ph 4	98.7874	98.4033	98.59535
10	pH 5	0	0	0
25	pH 5	43.816	46.208	45.012
100	pH 5	82.113	84.954	83.5335
250	pH 5	95.6616	92.1736	93.9176
500	pH 5	97.8226	96.8066	97.3146
1000	pH 5	98.9794	98.3304	98.6549
10	Ph 6	0	0	0
25	Ph 6	15.648	59.176	37.412
100	Ph 6	81.473	83.393	82.433
250	Ph 6	92.1736	92.5892	92.3814
500	Ph 6	96.343	96.8066	96.5748
1000	Ph 6	98.9794	98.5954	98.7874
10	Ph 8	0	0	0
25	Ph 8	23.332	33.572	28.452
100	Ph 8	74.673	86.594	80.6335
250	Ph 8	89.8692	94.3816	92.1254
500	Ph 8	96.2946	96.6786	96.4866
1000	Ph 8	98.1473	98.5954	98.37135

Luego de ello se determinó si los porcentajes analizados poseen distribución normal. Cuando son más de 50 casos se debe emplear la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov; y si hay menos de 50 casos se debe utilizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Dado que se tienen 6 datos de análisis para cada distribución se empleó la prueba de Shapiro Wilk.

En segundo lugar, se identificó si existen diferencias significativas entre las distribuciones de datos analizadas. Para ello se tuvo en cuenta que cuando los datos evaluados tienen distribución normal se emplea la prueba, análisis de la varianza, ANOVA, y cuando al menos una de las distribuciones analizadas no tiene distribución normal se utiliza la prueba de Kruskal-Wallis. Posterior a ello se utilizó una prueba Post Hoc, con su correspondiente gráfico de medias para observar qué Ph tiene mayor rendimiento de remoción de plomo. En tercer lugar, se va identificar cuáles son las características fisicoquímicas asociadas al ph que tiene mayor rendimiento de remoción de plomo.

### **1.1. Identificación de las diferencias significativas entre los Ph analizados en cuanto a sus porcentajes de remoción de plomo**

#### **a) Prueba de normalidad**

- **Hipótesis**

Ho: La distribución de los datos de los porcentajes de remoción de plomo posee normalidad.

H1: La distribución de los datos de los porcentajes de remoción de plomo no posee normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si  $\text{Sig.} < \alpha$ : se rechaza la H0

Si  $\text{Sig.} > \alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>							
	pH utilizado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de remoción	pH = 3	0,320	6	0,055	0,759	6	0,054
	pH = 4	0,295	6	0,110	0,801	6	0,060
	pH = 5	0,303	6	0,090	0,796	6	0,054
	pH = 6	0,307	6	0,080	0,807	6	0,068
	pH = 8	0,304	6	0,087	0,804	6	0,064
a. Corrección de significación de Lilliefors							

- **Decisión**

La significancia para cada pH en cuanto a sus volúmenes de remoción de plomo, dio como resultado valores mayores a 0,05, por lo cual no se rechaza la hipótesis nula, y se asume que cada distribución de los porcentajes tiene normalidad.

En conclusión, dado que se halló normalidad en cada distribución de porcentajes analizados se debe elegir la prueba análisis de la varianza, ANOVA.

**b) Prueba, análisis de la varianza, ANOVA**

- **Hipótesis**

Ho: No existen diferencias significativas entre los pH analizados en cuanto a sus porcentajes de remoción de plomo.

H1: Existen diferencias significativas entre los pH analizados en cuanto a sus porcentajes de remoción de plomo.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

ANOVA					
Porcentaje de remoción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	197,681	4	49,420	0,031	0,998
Dentro de grupos	39247,491	25	1569,900		
Total	39445,172	29			

- **Decisión**

La significancia indicó un valor de 0,998, es decir superior a 0,05, por lo cual no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que no existen diferencias significativas entre los pH analizados en cuanto a sus porcentajes de remoción de plomo.

En conclusión, se va a corroborar que no existen diferencias significativas entre los pH analizados en cuanto a sus porcentajes remoción mediante la prueba de Tukey y se tendrá que utilizar el gráfico de medias para determinar en dónde hay mayor cantidad de remoción.

a) **Prueba Post-Hoc de Tukey**

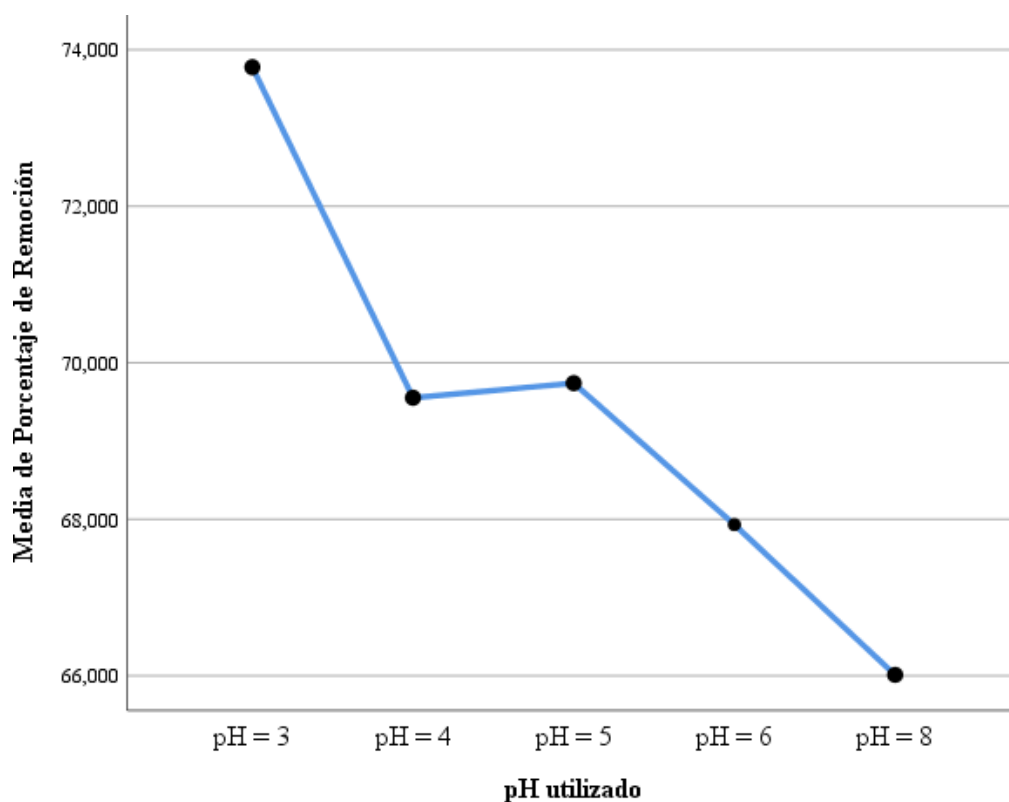
En la tabla de Tukey muestra solamente una columna formada con los pH analizados en cuanto a los promedios de porcentajes de remoción. Lo cual corrobora que todos los pH son igualmente significativos para la remoción de plomo, es decir: La adsorción sí influye en la movilización del Pb al utilizar biochar elaborado en base a residuos de poda, pero no de manera significativa

Porcentaje de remoción		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
pH utilizado	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
pH = 8	6	66,01148
pH = 6	6	67,93143
pH = 4	6	69,55198
pH = 5	6	69,73877

pH = 3	6	73,77838
Sig.		0,997
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.		

#### a) Gráfico de los ph analizados en cuanto a sus promedios de porcentajes de remoción

En el siguiente gráfico se puede observar las cantidades mayores y menores en cuanto a los promedios de los porcentajes de remoción de cada ph analizado.



El ph = 3 tiene la mayor cantidad de remoción, con un promedio de 73,77838, le sigue el ph = 4, con 69,55198, continua el ph = 5, con 69,73877, sigue el ph = 6, con 67,93143, y finalmente el ph = 8, con 66,01148.

En conclusión, todos los ph analizados son igualmente significativos en cuanto a su influencia en la adsorción de Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda. Sin embargo, se va a analizar la influencia de los ph analizados únicamente mediante lo

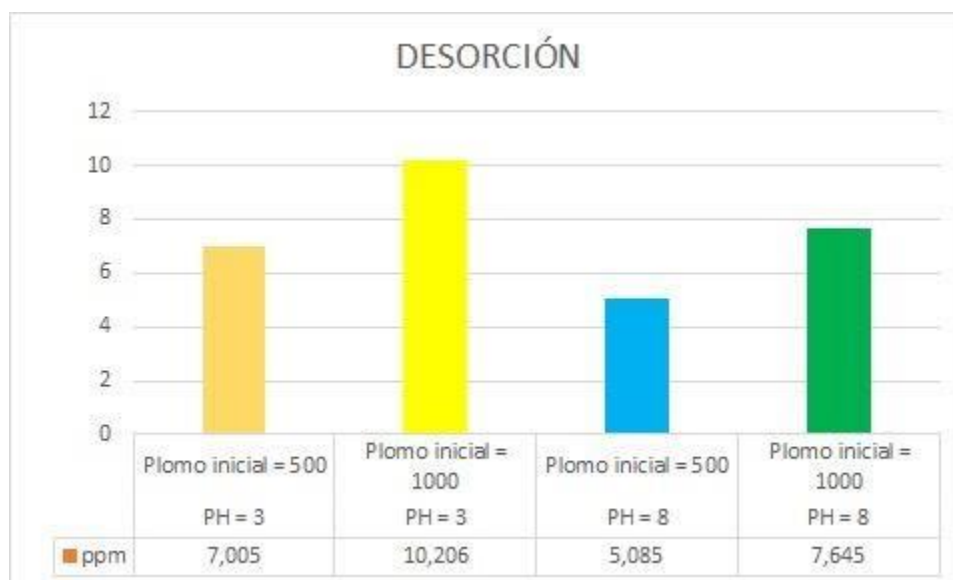
determinado en el gráfico de medias. A partir de ello se determina que el ph 3 es el que tiene mayor cantidad de remoción de plomo.

#### a) Características fisicoquímicas asociados al ph con mayor influencia en la remoción de plomo

En la siguiente tabla se puede observar el promedio de las características asociadas al ph = 3, con ello se determinar cuáles son las medidas que se asocian al ph que tiene mayor poder de remoción de plomo en base a biochar de residuos de poda. Por lo tanto se determina que la características fisicoquímicas influyen en la adsorción de Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda, pero no de manera significativa. .

	pH	CE mS/cm	mv
<b>Repetición 1</b>	3	1204,167	249,717
<b>Repetición 2</b>	3	1206	258,4666667
<b>Promedio</b>	3	1205,083	254,092

#### Tabla de comparación de desorción





## **IV. DISCUSIÓN**

La investigación de Amjad, A. et al (2017) obtuvo de la evaluación del biochar un pH de 8.86, la acumulación de biochar después de la aplicación, dio una elevación significativa ( $p < 0.05$ ), es decir, el pH subió de 7.72 a 7.96 y en cuanto a conductividad eléctrica se registró unidades de 224 a 280.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  del suelo en macetas T5 (5% BB). Mientras que en la presente investigación alcalinizo a un promedio de pH de 10 y con un promedio de 16  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demostrando que la presente investigación pudo retener mayor cantidad de plomo ya que al aumentar el pH el plomo se inmoviliza.

Sun-Kou M., et al (2014) efectuó la adsorción de metales pesados utilizando carbones activados elaborados en base a semillas de aguaje dando como resultados que el potencial de adsorción se eleve con el aumento del pH 2 a 5, en cambio la presente investigación la capacidad de adsorción aumenta de 3 a 8. Por otro lado, el valor de plomo obtenido, por Sun-Kou, fue (74,8  $\text{mg g}^{-1}$ ) a diferencia del presente estudio en el que se alcanzó un promedio de 4.95  $\text{mg g}^{-1}$ .

Condeña, E. (2017) efectuó la recuperación de suelos impactados con plomo a través de la utilización de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH. Ramón Castilla con una adsorción del 61.09%, mientras que la presente investigación tubo una adsorción del 73,78%.

Torres L., y Zamudio A. (2018) realizaron la medición de adsorción de Pb (II) en biocarbones captados en base a huesco de la palma de aceite y su utilización para remediar aguas contaminadas el pH del medio acuoso fue ajustado a pH 4 y tuvo como conclusión que el biocarbón B-350-Oxd. con una concentración de 11.80  $\text{mg}$  de Pb (II)/  $\text{L}$  y mostró una remoción promedio del 26.3 % de Pb (II), mientras que en la presente investigación a pH de 4 fue de 10.126  $\text{mg}/\text{L}$  con el biochar y un porcentaje de remoción al pH de 4 con un 98.58%.

## **V. CONCLUSIONES**

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1. Se concluye que la remoción más eficiente fue la que se realizó a pH 3 con un porcentaje del 99.0594% siendo un valor considerable de remoción de plomo.
2. Se concluyó que no hay significativa diferencia entre los pH analizados en cuanto a sus porcentajes remoción mediante la prueba de Tukey y se usó el gráfico de medias para determinar en dónde hay mayor cantidad de remoción. El pH = 3 tiene la mayor cantidad de remoción, con un promedio de 73,77838, le sigue el pH = 4, con 69,55198, continua el pH = 5, con 69,73877, sigue el pH = 6, con 67,93143, y finalmente el pH = 8, con 66,01148.
3. Además, se afirma que las características físicoquímicas del biochar generado por medio de residuos de poda favorecen la adsorción y desorción del plomo.
4. También podemos afirmar que a mayor la adsorción y desorción utilizando el biochar disminuye la movilización del plomo.
5. Finalmente podemos afirmar que el pH tiene mucha influencia en el proceso de adsorción y desorción de metales pesados como el plomo, ya que el biochar tiende a basificar el medio inmovilizando el mencionado metal pesado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los futuros investigadores utilizar biochar elaborado especialmente a base de especímenes que ayuden a la basificación e inmovilización de los metales pesados, como los residuos generados a partir del mantenimiento de especímenes arbóreos como el Ceibos, Huaranguays, Ficus Benjamina entre otros.
2. Se recomienda realizar en futuras investigaciones el análisis en diferentes concentraciones de biochar así mismo en las diversas clases que se puede elaborar.
3. Se recomienda implementar este sistema en municipalidades, ya que se podría utilizar como una forma de aprovechamiento de los desechos de naturaleza orgánica generados por medio de la poda para la elaboración del biochar y posterior uso como inmovilizador de metales pesados.
4. También es recomendable para utilizarlo en remplazo de la cal para la inmovilización de metales pesados tanto en agua como en suelo.

## **VII. REFERENCIAS**

1. DIAZ, Walter. Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú [en línea]. Lima: Revista del Instituto de Investigación, UNMSM [fecha de consulta: 10 de mayo 2019]. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/13575>
2. ASTETE, Jonh *et al.* Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros. Lima: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n1/a04v26n1>
3. Al-Wabel, *et al.* Conocarpus biochar as a soil amendment for reducing heavy metal availability and uptake by maize plants [en línea]. Arabia Saudita: Saudi Journal of Biological Sciences [fecha de consulta: 05 de mayo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X14001776>
4. GARCÍA DE LA FUENTE, R. 2011. Caracterización y uso de compost de alperujo como enmienda orgánica. Evaluación Agronómica y medioambiental. Memoria de la Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 488 p.
5. GARCÍA, C. MARTÍNEZ, E. VIDALES y J. CONTRERAS. Bioadsorción de cristal violeta por carbón activado a partir de estiércol bovino y lodos de depuradora. México: Universidad Autónoma De Nuevo León, 2017, pp. 475.
6. HERNÁNDEZ, Carol. Evaluación de la capacidad de bioadsorción de Pb (II) y Cd (II) presentes en soluciones sintéticas independientes empleando retamo espinoso (*ulex europaeus*) como adsorbente [en línea]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2015. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3797/1/Hern%C3%A1ndezRodr%C3%ADguezCarolBrigitte2016.pdf>
7. Pardavé, W. Delvasto, P. y Sánchez, M. Caracterización fisicoquímica y morfológica de dos muestras de biocarbón producidas mediante pirolisis de residuos de poda y jardinería. Colombia: Universidad Industrial de Santander – Revista de Ingeniería, 2017, pp. 7.



8. Romero, John. Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Lima. Universidad Cesar Vallejo- Escuela de Ingeniería Ambiental, 2017, pp. 95.
9. MONTTOYA, Jorge *et al.* Pirolisis rápida de biomasa [en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Minas, 2014 [fecha de consulta: 20 de noviembre 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=GHYRAwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=pirolisis+rapida+de+biomasa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwju1saiuPLaAhXEzFMKHQrAAAn0Q6AEIJzAA#v=onepage&q&f=true>
10. Que es biochar. International Biochar Initiative. 2018. Disponible en: <http://www.biochar-international.org/>
11. MASAGUER, Alberto *et al.* De residuo a recurso el camino hacia la sostenibilidad. III Recursos orgánicos: aspectos agronómicos y medioambientales. 2 Uso del compost como componente de sustratos para cultivo en contenedor [en línea]. España: Red española de compostaje, 2015 [fecha de consulta: 20 de abril 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=G-o9CQAAQBAJ&pg=PA225&dq=que+es+biocarbon&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewjX7ZP1oLaAhWM3VMKHVmlAQEQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>  
ISBN: 9788484767091
12. GOMEZ, Ximena, LADD, Brenton, MUNOZ, Alexandra y DE LA ROSA, Ruy. Determinación del efecto del biocarbón en movilidad del mercurio en sistema suelo-planta [en línea]. Lima: The Biologist, 2017. Disponible en: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/137/129>  
ISSN: 1994-9073

13. ESCALANTE, Ariadna. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo [en línea]. Mexico: Terra Latinoamericana, 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792016000300367](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000300367)  
ISSN: 2395-8030
14. García et al. Enmiendas orgánicas de nueva generación: biochar y otras biomoléculas. España: Red española de compostaje, 2014, pp. 142. ISBN: 9788484766926.
15. MENÉNDEZ, Ángel. El carbón en la vida cotidiana. De la pintura rupestre al ascensor espacial. Estados Unidos: Createspace independent publishing platform, 2012. 138pp. ISBN: 9781479386086
16. MUÑOZ, Eugenio y GRAU, Mario. Ingeniería química. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013. 520 pp. ISBN: 9788436266429
17. Obaji *et al.* Evaluación de materiales como potenciales retenedores de metales pesados para su aplicación como enmiendas en suelos contaminados [en línea]. Colombia: Memorias III Seminario Internacional de Ciencias Ambientales SUE-Caribe, 2017 [fecha de consulta: 19 de abril del 2018]. Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/conferencias/index.php/siga/2017/paper/viewFile/187/181>
18. Quiñones, Tejada, Arcia y Ruiz. Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomasas lignocelulósicas: una revisión [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a23.pdf>
19. Moreno y Giraldo. Propiedades Termodinámicas del Proceso de Adsorción de Pb<sup>2+</sup> sobre Carbón Activado a Diferentes pH [en línea]. Colombia, 2010. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642008000500008](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642008000500008)

20. Biodeterioro por plantas vasculares en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, Lima-Perú:  
file:///C:/Users/LIDIA%20DE%20LA%20CRUZ/Downloads/1706-4928-1-PB.pdf
21. Diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú. Lima: Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013. [fecha de consulta: 1 mayo del 2018]. Disponible en:  
[https://www.nefco.org/sites/nefco.org/files/pdf-files/1\\_diagnostico\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos\\_en\\_el\\_peru.pdf](https://www.nefco.org/sites/nefco.org/files/pdf-files/1_diagnostico_de_los_residuos_solidos_en_el_peru.pdf)
22. Using bamboo biochar with compost for the stabilization and phytotoxicity reduction of heavy metals in mine-contaminated soils of China por Amjad Ali [et al]. College of Natural Resources and Environment. [en línea.]. junio 2017. [fecha de consulta: 4 de mayo del 2019]. Disponible en:  
<https://www.nature.com/articles/s41598-017-03045-9#Sec13>
23. CONDEÑA, Edwin. Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH. Ramón Castilla – Callao 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Ambiental) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13006/Conde%C3%B1a\\_N\\_EA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13006/Conde%C3%B1a_N_EA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. GUILLERMO, San Miguel y FERNANDO, Martin [en línea]. Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética. España: Ediciones Mundi Prensa, 2015 [fecha de consulta: 2 de noviembre del 2017].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=k9ISCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Tecnolog%C3%ADas+para+el+uso+y+transformaci%C3%B3n+de+biomasa+energ%C3%A9tica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjs9bewwqrcAhXIYN8KHw9SBP0Q6AEIjzAA#v=onepage&q=Tecnolog%C3%ADas%20para%20el%2>

ISBN: 9788484766742.

25. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis por Biederman, Lori y Harpole, Stanley. Global change biology bioenergy [en línea]. Marzo 2013. [fecha de consulta: 2 junio del 2018].

Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12037>

26. RUDA, Ester, MONGUIELLO, Adriana Y ACOSTA, Adriana. Contaminación y salud del suelo. argentina: Ediciones UNL, 2014. [fecha de consulta: 10 junio del 2018]. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=GYWdzzyZp0C&printsec=frontcover&dq=contaminacion+del+suelo+por+metales+pesados&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewj29\\_KQ1KTcAhVMzVMKHdI7Cy0Q6AEIUTAI#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=GYWdzzyZp0C&printsec=frontcover&dq=contaminacion+del+suelo+por+metales+pesados&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewj29_KQ1KTcAhVMzVMKHdI7Cy0Q6AEIUTAI#v=onepage&q&f=true)

27. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions por XiaofeiTan [et al]. China [en línea]. Abril 2015. [Fecha de consulta: 15 agosto del 2018].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653514015008>

28. DOMENECH, Xavier y PERAL, José. Química ambiental de sistemas terrestres. España: Editorial REVERTE, 2013. 239pp. ISBN: 8429179062.

29. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions por XiaofeiTan [et al]. China [en línea]. Abril 2015. [Fecha de consulta: 15 agosto del 2018].

Disponible en:

30. MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, J. 2014. Cap. 19 Residuos: Conceptos, clasificación y gestión. Los residuos sanitarios. Nociones de Salud Pública. 2° Edición. Consultado el 20 de julio de 2017. Disponible en internet en <https://books.google.com.pe/books?isbn=8499697925>
31. PÉREZ, P., GONZÁLES, E., MIÑANA, AGUSTÍN. 1993. Muestreo de contaminantes en aire por captación pasiva. Consultado el 5 de mayo del 2019. I.S.B.N: 84-7684-394-1  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=P\\_Cz-ddEJOcC&pg=PA75&dq=desorcion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOkae6uYXiAhUFSN8KHVZuDYUQ6AEIODAD#v=onepage&q=desorcion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=P_Cz-ddEJOcC&pg=PA75&dq=desorcion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOkae6uYXiAhUFSN8KHVZuDYUQ6AEIODAD#v=onepage&q=desorcion&f=false)
32. FOMINA, M. Y GADD G. (2014). Biosorption: Current perspectives on concept, definition and application. *Bioresourse technology*, 160, 3-14  
  
Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.12.102>
33. WANG, Q., et al. (2018). Sorption and desorption of Pb(II) to biochar as affected by oxidation and pH, China [en línea]. [Fecha de consulta: 10 mayo del 2019].  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718309483>
34. Wang, L., Zhang, J., Zhao, R., Li, Y., Li, C., & Zhang, C. (2010). Adsorption of Pb(II) on activated carbon prepared from Polygonum orientale Linn.: kinetics, isotherms, pH, and ionic strength studies. *Bioresource Technology*, 101(15), 5808–5814.
35. Li, H., et. Al. Biochar amendment immobilizes lead in rice paddy soils and reduces its phytoavailability, China [en línea]. [Fecha de consulta: 10 mayo del 2019].

36. Obregón, Daniel. Estudio comparativo de la capacidad de adsorción de cadmio utilizando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje y de aceituna. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería, 2013, pp. 109.
37. Bonilla, Tejada y Del pino. Obtención de isothermas de adsorción del plomo del efluente Minero Rio Anticona- Cerro de Pasco utilizando el carbón activado de cascara de naranja. Tacna: Universidad nacional Jorge Basadre grohmann, 2017, pp. 8. ISSN: 23048891.
38. Tan, X., Liu, Y., Zeng, G., Wang, X., Hu, X., Gu, Y., & Yang, Z. (2015). Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions. *Chemosphere*, 125, 70–85.
39. Torres L., Zamudio A. (2018) Evaluación de adsorción de Pb (II) en biocarbones obtenidos a partir de cuesco de la palma de aceite y su aplicación para remediación de aguas contaminadas - Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Centro de Bio-Sistemas, Autopista Norte Km 10 vía Bogotá - Briceño, Chia, Cundinamarca, Colombia [en línea]. [Fecha de consulta: 16 Junio del 2019].  
Disponible en:  
[https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4209/Evaluaci%C3%B3n%20de%20adsorci%C3%B3n%20de%20Pb%20\(II\)%20en%20biocarbones%20obtenidos%20a%20partir%20de%20cuesco%20de%20palma%20de%20aceite%20y%20su%20aplicaci%C3%B3n%20para%20remediaci%C3%B3n%20de%20aguas%20contaminadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4209/Evaluaci%C3%B3n%20de%20adsorci%C3%B3n%20de%20Pb%20(II)%20en%20biocarbones%20obtenidos%20a%20partir%20de%20cuesco%20de%20palma%20de%20aceite%20y%20su%20aplicaci%C3%B3n%20para%20remediaci%C3%B3n%20de%20aguas%20contaminadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
40. Sun-Kou M., Obregón D.; Pinedo Á., Paredes A.; Aylas J. (2014) Adsorción de metales pesados empleando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje - Pontificia Universidad Católica del Perú – CEP: Lima 32 – San Miguel – Lima – Perú [en línea]. [Fecha de consulta: 16 Junio del 2019].

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2014000400002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2014000400002)

41. Romero J. (2017) Eficiencia en la Inmovilización de Plomo en el Suelo Mediante la Aplicación de Cantidades de Biocarbón en el Distrito San Mateo, Universidad Cesar Vallejo - Lima – Perú [en línea]. [Fecha de consulta: 16 Junio del 2019]. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3598/Romero%20LJR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
42. El Peruano (2018) Decreto supremo N° 296-2018- EF Lima – Perú [en línea]. [Fecha de consulta: 16 Junio del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/decreto-supremo/18678-decreto-supremo-n-296-2018-ef/file>

## **ANEXOS**



## Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 2

Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda, 2019								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE Influencia del pH	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿Cuál es la Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?	Evaluar la Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.	El pH influenciara la adsorción y desorción del Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.		Los metales en una solución acuosa se encuentran en forma diferentes especies químicas en función del pH de la solución de aquí la fuerte dependencia que existe entre el pH de la solución y la posibilidad de la extracción del metal, ya que según especie química los mecanismos de adsorción varían (Escalante, et al., 2016, p. 371).	Se medirá procediendo a realizar las correspondientes reacciones para verificar el nivel del pH influye en el proceso de adsorción.	Coeficiente de acidez y basicidad de la reactividad de la solución	pH	01 al 14
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS				Periodo de reacción	Tiempo	seg.
¿En qué medida las características fisicoquímicas influyen en la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?	¿En qué medida las características fisicoquímicas influyen en la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?	La característica fisicoquímica influye significativamente en la adsorción y desorción de Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019.	VARIABLE DEPENDIENTE Adsorción y desorción de Pb en biochar	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿En qué medida se movilizó el Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019?	Determinar la adsorción y desorción influyen en la movilización del Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019	La adsorción y desorción influyen en la movilización del Pb al utilizar biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019		Los metales son sustancias electropositivas ya que ceden carga positiva a la superficie del adsorbente, el cual va aumentando el número de cargas positivas para lograr la adsorción, la remoción de algunos metales aumenta cuando se incrementa el pH (de 3 a 5) y es un pH óptimo es el que corresponde a la retención máxima del metal, para un tiempo determinado, lo cual se facilita en soluciones ácidas (Obaji, et al. 2017, p. 209).	La capacidad del biochar para la adsorción y desorción de Plomo se cuantifica mediante el modelo de langmuir - freundlich y el porcentaje removido del plomo	Característica físico químicas (adsorción y desorción)	Isotermas de langmuir y freundlich	mg/g
						remoción de plomo	Plomo removido	%

## Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

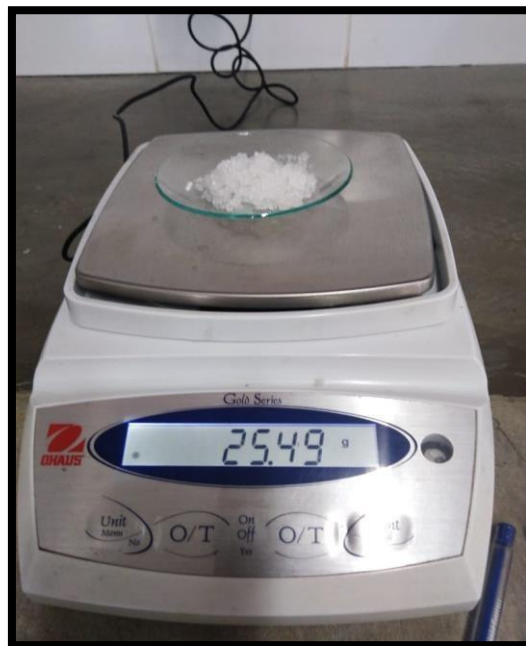
[illegible]



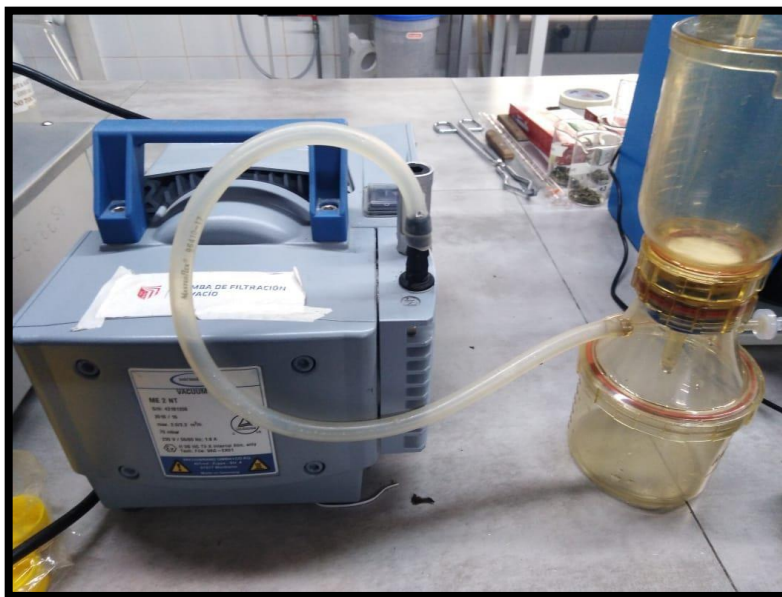
### Anexo 3: Equipos utilizados



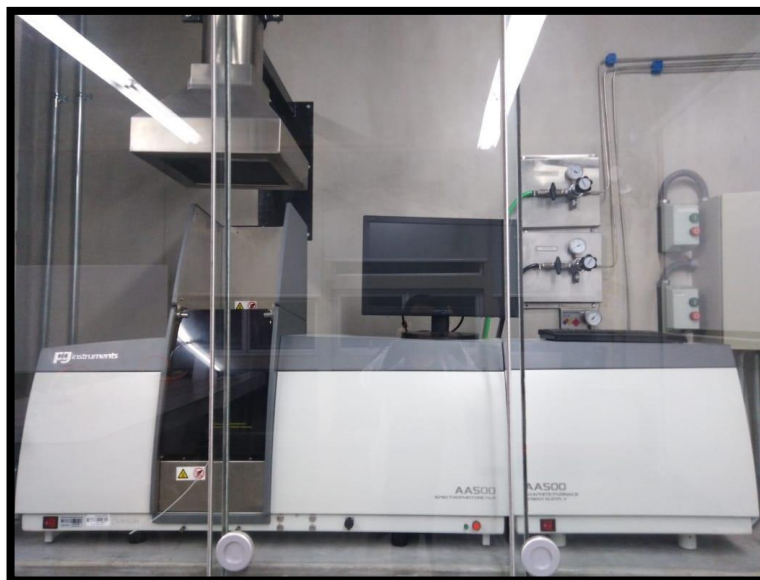
**Imagen 1:** Prueba de jarras



**Imagen 2:** Balanza



**Imagen 3:** Bomba de filtración



**Imagen 4:** Espectrofotómetro



**Imagen 5:** pH y temperatura



**Imagen 4:** C.E

## Anexo 4: Resultados de Laboratorio

### INFORME DE ENSAYO N° 11-11072019-1

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

Análisis Físico -Químico

**Tesis** "Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019"

**Tesista** : Amparo Marilyn Sacravilca Casanova

**Tipo de muestra** : Agua contaminada con Pb

**Descripción de la muestra** : Determinar parámetros fisicoquímicos

**Muestra tomada por** : Amparo Marilyn Sacravilca Casanova

**Fecha de ingreso de muestra** : Mayo, Junio, Julio 2019

**Lugar que se realizó el ensayo** : Laboratorio de biotecnología - UCV Lima Este

**Fecha de realización de ensayos** : Mayo, Junio, Julio 2019

Muestra proporcionada por el estudiante

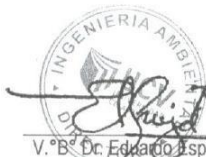
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
pH	Número	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B
Potencial redox	mv	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B
Conductividad eléctrica	$\text{mS/cm}$	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B

\* Los resultados obtenidos son válidos solo para uso de investigación -académico



*[Firma]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Jefatura de laboratorios

V.º B.º Mg. Fernando Sernaque A  
Coordinador de Investigación



*[Firma]*  
V.º B.º Dr. Eduardo Espinoza Farfán  
Director



# INFORME DE ENSAYO N° 11-11072019-1

## Resultados

	Biochar ( MUESTRA EN AGUA )					
Concentración ppm	antes del tratamiento			despues del tratamiento		
Con Pb	p H	CE μS/cm	mv	pH	CE mS/cm	mv
10	3	1102	256.2	10.43	16.23	-187.3
25	3	1157	256.3	10.43	16.31	-187.8
100	3	1158	258.5	10.41	16.19	-187.3
250	3	1650	256.6	10.39	16.24	-187.5
500	3	791	230.5	10.38	16.47	-183.1
1000	3	1367	240.2	10.26	16.68	-178.2
10	4	63.2	124.4	10.45	16.22	-188.3
25	4	144.9	139.8	10.45	16.26	-188.6
100	4	135.5	160.2	10.44	16.33	-187.8
250	4	308	170.4	10.40	16.38	-185.6
500	4	533	160.4	10.34	16.43	-181.8
1000	4	1064	172.2	10.25	16.80	-177.8
10	5	22.3	95.7	10.44	16.36	-188.5
25	5	31.0	113.8	10.45	16.23	-189.0
100	5	115.8	113.8	10.40	16.59	-186.6
250	5	257	110.7	10.40	16.54	-186.3
500	5	522	95.8	10.33	16.41	-183.1
1000	5	1048	107.8	10.28	16.95	-179.0
10	6	28.2	50.6	10.44	16.34	-188.1
25	6	78.3	54.5	10.4	16.49	-187.0
100	6	116.9	64.8	10.38	16.63	-185.8
250	6	312	61.1	10.41	16.60	-186.4
500	6	568	62.3	10.44	16.59	-187.7
1000	6	1047	63.8	10.32	16.49	-181.4
10	8	29.8	-23.2	10.41	16.61	-189.1
25	8	64.3	-39.7	10.48	16.69	-190.5
100	8	90.8	-27.8	10.48	16.76	-190.2
250	8	260	-36.4	10.48	16.74	-190.6
500	8	499	-25.6	10.43	16.92	-188.4
1000	8	876	-26.6	10.46	17.23	-189.8



Daniel Neciosup Gonzales  
Laboratorio de suelos

V.ºB.º Mg. Fernando Sernaque A  
Coordinador de Investigación



V.ºB.º Dr. Eduardo Balleza Varón  
Director



# INFORME DE ENSAYO N° 11-11072019-1

Biochar ( MUESTRA EN AGUA )							
Concentración ppm		antes del tratamiento			despues del tratamiento		
Con Pb		pH	CE $\mu$ S/cm	mv	pH	CE mS/cm	mv
10	R	3	1092	253.2	10.39	16.28	-187.3
25	R	3	1148	258.3	10.4	16.31	-187.5
100	R	3	1188	258.9	10.41	16.29	-187.7
250	R	3	1650	259.7	10.42	16.24	-187.5
500	R	3	791	270.5	10.39	16.47	-183.4
1000	R	3	1367	250.2	10.33	16.68	-178.8
10	R	4	63.8	128.4	10.43	16.23	-188.4
25	R	4	146.9	138.8	10.42	16.28	-188.5
100	R	4	139.5	167.2	10.44	16.34	-187.7
250	R	4	312	179.4	10.43	16.37	-188.7
500	R	4	538	165.4	10.38	16.42	-181.9
1000	R	4	1064	178.2	10.28	16.82	-178.9
10	R	5	23.3	98.7	10.43	16.39	-188.5
25	R	5	32.0	116.8	10.48	16.27	-188.2
100	R	5	116.9	113.5	10.41	16.62	-186.6
250	R	5	258	110.9	10.40	16.59	-186.3
500	R	5	532	97.8	10.38	16.42	-183.3
1000	R	5	1049	109.8	10.29	16.97	-179.0
10	R	6	28.7	51.6	10.42	16.37	-188.2
25	R	6	78.5	54.8	10.41	16.50	-187.3
100	R	6	117.9	64.9	10.39	16.61	-185.7
250	R	6	313	63.1	10.40	16.62	-188.4
500	R	6	569	62.8	10.43	16.58	-187.9
1000	R	6	1045	63.7	10.37	16.47	-182.4
10	R	8	29.7	-23.3	10.42	16.63	-189.3
25	R	8	64.4	-39.8	10.46	16.65	-191.4
100	R	8	91.8	-26.8	10.48	16.77	-190.4
250	R	8	262	-37.4	10.47	16.76	-190.7
500	R	8	498	-26.6	10.43	16.90	-189.4
1000	R	8	876	-26.7	10.45	17.33	-189.9



D. Neciosup Gonzales  
Jefatura de laboratorios

*[Signature]*

V°B° Mg. Fernando Sernaque A  
Coordinador de Investigación



V°B° Dr. Eduardo Espinosa Farías  
Director

## Anexo 5: Resultados de Laboratorio

### INFORME DE ENSAYO N° 05-23072019- EAA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

#### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Tesista : Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
Tipo de ensayos: Análisis físico - químico  
Tipo de muestra: Agua contaminada con plomo  
Descripción de la muestra: Agua contaminada con plomo  
Muestra tomada por: Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
Fecha de ingreso de muestra: 23 junio de 2019  
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este  
Fecha de realización de ensayos: 24 de Junio 2019  
Muestra proporcionada por el estudiante

MATRIZ : Agua contaminada con plomo		ANÁLISIS
Código De Laboratorio	Identificación de la Muestra	Plomo Total mg/L
7 Sample	tiempo optimo1	22.13
8 Sample	tiempo optimo2	20.211
9 Sample	tiempo optimo3	24.05
10 Sample	tiempo optimo4	33.647
11 Sample	tiempo optimo5	16.372
12 Sample	tiempo optimo6	17.331

Límite de cuantificación 150 mg/l / Límite de Detección 0.35 mg/l

\*los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia: SMEWW-AWWA-WEF 3030 E ,3111 B Direct.air-acetylene flame



*[Signature]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



*[Signature]*  
Dr. Eduardo Espinoza Farfán  
Director de Ingeniería Ambiental

# INFORME DE ENSAYO N° 06-24072019- EAA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

## ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Tesista : Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
Tipo de ensayos: Análisis físico - químico  
Tipo de muestra: Agua contaminada con plomo  
Descripción de la muestra: Agua contaminada con plomo  
Muestra tomada por: Amparo Marilyn Sacravilca Casanova  
Fecha de ingreso de muestra: 04 julio de 2019  
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este  
Fecha de realización de ensayos: 05 de Julio 2019  
Muestra proporcionada por el estudiante

MATRIZ : Agua contaminada con plomo		ANÁLISIS
Código De Laboratorio	Identificación de la Muestra	Plomo Total mg/L
8 Sample	blanco 5ppm	10.206
9 Sample	blanco 25 ppm	26.209
10 Sample	blanco 100 ppm	99.823
11 Sample	blanco 250 ppm	254.358
12 Sample	blanco 500 ppm	492.714
13 Sample	blanco 1000 ppm	1023.835
14 Sample	pH3 10 ppm	9.106
15 Sample	pH3 25 ppm	12.126
16 Sample	pH3 100ppm	12.126
17 Sample	pH3 250ppm	12.712
18 Sample	pH3 500ppm	10.846
19 Sample	pH3 1000ppm	9.566
20 Sample	pH4 10ppm	10.046
21 Sample	pH4 25ppm	13.406
22 Sample	pH4 100ppm	19.808
23 Sample	pH4 250ppm	19.167
24 Sample	pH4 500ppm	17.247
25 Sample	pH4 1000ppm	12.126
26 Sample	pH5 10ppm	10.127
27 Sample	pH5 25ppm	14.046
28 Sample	pH5 100ppm	17.887
29 Sample	pH5 250ppm	10.846
30 Sample	pH5 500ppm	17.887



Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



V.ºB.º Dr. Edgardo Espinoza Farfán  
Director de Ingeniería Ambiental

## INFORME DE ENSAYO N° 06-24072019- EAA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

31	Sample	pH5 1000ppm	10.206
32	Sample	pH6 10ppm	10.126
33	Sample	pH6 25ppm	21.088
34	Sample	pH6 100ppm	18.527
35	Sample	pH6 250ppm	19.566
36	Sample	pH6 500ppm	18.285
37	Sample	pH6 1000ppm	10.206
38	Sample	pH8 10ppm	10.126
39	Sample	pH8 25ppm	19.167
40	Sample	pH8 100ppm	15.327
41	Sample	pH8 250ppm	15.327
42	Sample	pH8 500ppm	18.527
43	Sample	pH8 1000ppm	18.527
45	Sample	pH3 10ppm replica	14.046
46	Sample	pH3 25 ppm replica	14.046
47	Sample	pH3 100ppm replica	15.967
48	Sample	pH3 250ppm replica	7.645
49	Sample	pH3 500ppm replica	14.046
50	Sample	pH3 1000ppm replica	13.406
51	Sample	pH4 10ppm replica	12.126
52	Sample	pH4 25ppm replica	13.406
53	Sample	pH4 100ppm replica	15.327
54	Sample	pH4 250ppm replica	14.046
55	Sample	pH4 500ppm replica	17.247
56	Sample	pH4 1000ppm replica	15.967
57	Sample	pH5 10ppm replica	8.925
58	Sample	pH5 25ppm replica	20.448
59	Sample	pH5 100ppm replica	14.046
60	Sample	pH5 250ppm replica	9.566
61	Sample	pH5 500ppm replica	15.967
62	Sample	pH5 1000ppm replica	62.696
65	Sample	pH6 10ppm replica	10.846
66	Sample	pH6 25ppm replica	10.206
67	Sample	pH6 100ppm replica	16.607
68	Sample	pH6 250ppm replica	18.527
69	Sample	pH6 500ppm replica	15.967



*[Signature]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



*[Signature]*  
V.º B.º Dra. Eduardo Espinoza Farfán  
DIRECTOR de Ingeniería Ambiental

## INFORME DE ENSAYO N° 06-24072019- EAA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

70	Sample	pH6 1000ppm replica	14.046
71	Sample	pH8 10ppm replica	7.645
72	Sample	pH8 25ppm replica	16.607
73	Sample	pH8 100ppm replica	13.406
74	Sample	pH8 250ppm replica	14.046
75	Sample	pH8 500ppm replica	16.607
76	Sample	pH8 1000ppm replica	14.046
77	Sample	pH3 500ppm replica	7.005
78	Sample	pH3 1000ppm replica	10.206
79	Sample	pH3 500ppm replica	5.085
80	Sample	pH3 1000ppm replica	5.085
82	Sample	pH8 500ppm replica	5.085
83	Sample	pH8 1000ppm replica	7.645
84	Sample	pH8 1000ppm replica	6.365
85	Sample	pH8 500ppm replica	2.524

\*los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Límite de cuantificación 150 mg/l / Límite de Detección 0.35 mg/l

Método de Referencia: SMEWW-AWWA-WEF 3030 E ,3111 B Direct air-acetylene flame



*[Signature]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



*[Signature]*  
V.R. Dr. Eduardo Espinoza Farfán  
Director de Ingeniería Ambiental

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisora de la tesis titulada

"Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019", de la estudiante Amparo Marilyn Sacravilca Casanova, constato que la investigación tiene un índice de similitud de ..!5...% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima 12 de Julio del 2019

  
 .....  
 Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres  
 DNI: 08947396

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar  
elaborado a partir de residuos de poda, 2019

## TESIS

## AUTORA:

Sacravilca Casanova, Amparo Marilyn  
0000-0002-5679-014X

## ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline  
0000-0002-9965-9678

## Resumen de coincidencias


15 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

## Coincidencias

- 1 Entregado a Universidad... 3 % >  
Trabajo del estudiante
- 2 Entregado a Universidad... 2 % >  
Trabajo del estudiante
- 3 repositorio.uco.edu.pe 2 % >  
Fuentes de Internet
- 4 expeditorepositorio.ut... 2 % >  
Fuentes de Internet
- 5 www.scribd.org.pe 1 % >  
Fuentes de Internet
- 6 Entregado a Universidad... 1 % >  
Trabajo del estudiante
- 7 repositorio.unp.edu.pe 1 % >  
Fuentes de Internet
- 8 repositorio.uns.edu.pe 1 % >  
Fuentes de Internet

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS          EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-06-2019
		Página : 1 de 1

Yo Amparo Marilyn Sacravilca Casanova identificado con DNI No 47087801 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (✓) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado " Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019 "; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



DNI: 47087801

FECHA: 12 de Julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Amparo Marilyn Sacravilca Casanova

INFORME TITULADO:

Influencia del pH durante la adsorción y desorción de Pb utilizando biochar elaborado a partir de residuos de poda 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 12 DE JULIO DEL 2019.

NOTA O MENCIÓN: Trece (13)



MG. FERNANDO A. SERNAQUÉ AUCCAHUASI